

Terveyskasvatus lukion kemian projektimaisessa opetuksessa: esimerkkinä ravinnon rasvat

Hanna Hankaniemi
Pro gradu -tutkielma
Kemian opettajankoulutusyksikkö
Kemian osasto
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
2.3.2020
Ohjaajat:
Maija Aksela
Johannes Pernaa

Tiedekunta – Fakultet – Faculty		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree programme	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajan maisteriohjelma	
Tekijä – Författare – Author			
Hanna Hankaniemi			
Työn nimi – Arbetets titel – Title			
Terveyskasvatus lukion kemian projektimaisessa opetuksessa: esimerkkinä ravinnon rasvat			
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages	
Pro gradu -tutkielma	2.3.2020	66 + 67	
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Ravitsemuksen vaikutukset hyvinvointiimme on nykypäivänä näkyvä puheenaihe. Erityisesti ravinnon rasvojen terveysvaikutusten ympärillä pyörii monenlaista mielipidettä. Median tietotulva vaikuttaa nuoriin ja heidän valintoihinsa. Suomalaisten koululaisten ravitsemustottumukset ovat muuttuneet epäterveellisemmäksi. Ravitsemuskasvatusta terveystietokoulusta tarvitaan.</p> <p>Rasvat ja niiden kemia antavat opettajille yhden potentiaalisen mahdollisuuden toteuttaa opetuksessaan ravitsemuskasvatusta terveystietokoulusta. Laajan ja monipuolisen sisältönsä vuoksi projektioppiminen on yksi hyvä opetusmetodi aiheen käsittelyyn. Projektioppimisprosessi tukee peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteiden tiedollisten ja taidollisten tavoitteiden saavuttamista. Se kehittää opiskelijoille monia tärkeitä taitoja mitä jatko-opinnoissa, uran rakentamisessa ja nyky-yhteiskunnassa tarvitaan.</p> <p>Tässä Pro gradu-tutkimuksessa kehitettiin kemian opetukseen kolme projektioppimista tukevaa, kokeellisuutta sisältävää työtä ravinnon rasvoista ja niiden terveystietokouluista. Kehittämistutkimus toteutettiin yhdessä kehittämissyklissä. Sen teoreettinen ongelma-analyysi on jaettu kahteen osaan, joista toinen käsittelee rasvat ja terveys –teemaa ja toinen projektioppimista. Projektioppimisen osalta annetaan vinkkejä opetusmetodin käytännöntoteutukseen sekä käydään läpi projektioppimisen kultaisten standardien mukaiset seitsemän ydinelementtiä ja opetuskäytännettä. Näiden tehtävä on antaa opettajalle hyvä ohjenuora laadukkaasti projektioppimisen toteuttamiseen luokkahuoneessa. Tutkimuksen empiirinen ongelma-analyysi suoritettiin oppikirja-analyysinä. Näiden pohjalta on kehitetty kehittämisuotos.</p> <p>Tämän tutkimuksen tuotoksena aikaansaadut projektioppimateriaalit liittyvät käsiteltävän aiheen vahvasti nuorten jokapäiväiseen elämään. Näin he saavat eväitä tehdä parempia valintoja oman ruokavalion rasvojen suhteen. Oppimateriaali on suunnattu lukioon, mutta sitä voi soveltuvin osin hyödyntää myös perusopetuksen vuosiluokilla 7-9.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Rasvat, ravitsemus, terveys, välttämättömät rasvahapot, omega, projektioppiminen, kehittämistutkimus			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
E-Thesis			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			
Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa			

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	1
2	KEHITTÄMISTUTKIMUS	2
2.1	Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä	2
2.2	Tutkimuskysymykset	5
3	TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI 1: RASVOJEN KEMIAA JA NIIDEN OPETUS.....	5
3.1	Yleistä rasvoista.....	5
3.1.1	Rasvojen rakenne	6
3.1.2	Rasvojen nimeäminen.....	9
3.2	Rasvat ravinnossa.....	10
3.2.1	Rasvat, energia ja elimistö	15
3.2.2	Välttämättömät rasvahapot.....	20
3.3	Rasvat ja terveys	22
3.3.1	Välttämättömät rasvahapot ja terveys	23
3.3.2	Välttämättömät rasvahapot ja tulehdus.....	25
3.3.3	Rasvahappojen mittaaminen verestä	29
3.4	Rasvat kemian opetuksessa	30
3.5	Yhteenveto	31
4	TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI 2: PROJEKTIOPPIMINEN KEMIAN OPETUKSESSA.	32
4.1	Projektioppiminen.....	32
4.1.1	Projektioppimisen standardit.....	33
4.1.2	Projektioppimisen prosessi käytännössä	36
4.1.3	Projektioppimisen hyödyt ja haasteet opetuksessa	39
4.2	Projektioppiminen kemian opetussuunnitelman perusteissa	42
4.3	Yhteenveto	43
5	EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI	44
5.1	Oppikirja-analyysi.....	44
5.2	Oppikirja-analyysin tulokset.....	47
5.3	Oppikirja-analyysin johtopäätökset	56
6	KEHITTÄMISPROSESSI	57
6.1	Tavoitteet	57
6.2	Oppimateriaalin kehittäminen ja tuotokset.....	58

6.2.1	Projektiyö: Mitä on terveellinen rasva?	58
6.2.2	Projektiyö: Sipseissäkö rasvaa?	59
6.2.3	Projektiyö: Mikä ihmeen omega?	61
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	63
7.1	Kartoitus ravinnon rasvojen nykytilanteesta yläkoulun ja lukion kemian opetuksessa terveyskasvatuksen kontekstissa	63
7.2	Rasvojen terveydellisten vaikutusten opetusta tukeva opetusmateriaali lukioon	64
7.3	Tutkimuksen merkitys	65
	Lähteet	67
	Liitteet	74

1 JOHDANTO

Ravitseminen ja sen vaikutukset hyvinvointiimme ovat ajankohtainen puheenaihe. Erityisesti ravinnon rasvat näkyvät mediassa ja niistä voi saada hyvin ristiriitaisen kuvan. Toiset kannattavat rasvoja suosivaa vähähiilihydraattista ruokavaliota, toiset puolestaan puhuvat vähärasvaisten valmisteiden puolesta. Omega-rasvahappojen nimet vilahtelevat terveystuotteiden mainoksissa ja ruokatuotteiden kyljissä. Myös transrasvoista varoitellaan. Median tietotulva vaikuttaa väistämättä nuoriin ja heidän ravitsemustottumuksiin. (Ojala, 2004) Mitä nyt pitäisi oikein suosia? Mikä on terveellistä? Suomalaisten koululaisten ravitseminen on muuttunut 2000-luvulla epäterveellisemmäksi (Luopa, Lommi, Kinnunen & Jokela, 2010). Ravitsemuskasvatusta terveysnäkökulmasta siis tarvitaan.

Suomalaisten nuorten kiinnostus luonnontieteitä ja kemiaa kohtaan on ollut laskussa vuosikymmenen ajan. (Lavonen, Byman, Uitto, Juuti & Meisalo, 2008) Pisa-tutkimus 2015 osoitti, että myös luonnontieteiden osaaminen on heikentynyt selvästi. (Vettenranta, Välijärvi, Ahonen, Hautamäki, Hiltunen, Leino, Lähteinen, Nissinen, Nissinen, Puhakka, Rautopuro & Vainikainen, 2016) Kiinnostuksen ja motivaation puute luonnontieteiden opiskeluun näkyy erityisesti tyttöjen keskuudessa. Kuitenkin tytöt ovat kiinnostuneita terveysalan ammattiurista, missä luonnontieteiden ja kemian osaamista tarvitaan. Kiinnostusta lisäämään esitetään tutkimuskirjallisuudessa ratkaisuksi tutkivaa oppimista tukevien työtapojen, esimerkiksi projektioppimisen käyttöä opetuksessa sekä mielenkiintoisten, opiskelijoiden arkipäivään liittyvien kontekstien suosimista. (Bell, 2010; Hulleman & Harackiewicz, 2009; Larmer, Mergendoller & Boss, 2015; Lavonen et al., 2008).

Valtakunnallisissa perusopetuksen 2014 ja lukion opetussuunnitelman perusteissa 2015 terveyskasvatuksella on hyvä jalansija ja näin sen tulisi näkyä myös kemian opetuksessa. (Opetushallitus 2014; 2015) Kemian opetuksen osalta oppilailla tulisi olla valmiudet tehdä valintoja sekä hyödyntää tietoa kuluttajana terveyden edistämisessä. Koska työohjeita tämän asian edistämiseen ei vielä juurikaan ole, tämän pro gradu-tutkielma tavoitteeksi tuli

tehdä terveystkasvatusta tukevia projektiopetuskokonaisuuksia ravinnon rasvoista kemian opetukseen.

2 KEHITTÄMISTUTKIMUS

Tämän kehittämistutkimuksen tavoitteena on luoda kemian opetukseen kolme projektina toteutettavaa työtä ravinnon rasvoista terveystkasvatuksen näkökulmasta. Lisäksi tavoitteena on luoda projektimuotoista opetusmateriaalia, jossa yhdistyvät sekä kokeellisuus että konkreettiset arkipäivän kontekstit. Projektityöt tulevat opettajien käyttöön verkkoon sekä Helsingin Yliopiston Kemianluokka Gadoliniin projektityöohjeiksi. Kehittämistutkimusta tutkimusmenetelmänä käydään läpi luvussa 2.1. ja tutkimuskysymykset luvussa 2.2.

2.1 Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä

Kehittämistutkimus, englanniksi *desing research* (Edelson, 2002), on opetuslalla melko nuori tutkimusmenetelmä. Sen juuret ovat oppimisen tutkimuksessa. Ensimmäisiä kehittämistutkimuksia julkaistiin vuonna 1992 (Brown, 1992; Collins, 1992). Ann Brown ja Alain Collins halusivat kehittää tutkimusmenetelmän, jonka avulla opetuksen tutkimuksen tulokset saataisiin paremmin tukemaan aitoa luokkahuonetoimintaa (Collins & Bielaczyc, 2004). Kehittämistutkimus pysyi kuitenkin suhteellisen tuntemattomana koko vuosikymmenen. Vasta 2000-luvulla tutkimusmenetelmän suosio on kasvanut huomattavasti. Tämä näkyy kehittämistutkimusartikkeleiden määrän kasvuna (Anderson & Shattuck, 2012).

Kehittämistutkimus on kehitetty halusta kehittää opetuksen tutkimukseen tutkimusmenetelmä, jonka avulla voidaan tuottaa uutta, oppimista tukevaa ja käytännönläheistä tutkimustietoa opetuksesta, opiskelusta ja oppimisesta. Juutin ja Lavosen (2006) mukaan kehittämistutkimukselle ominaisia piirteitä ovat kehittämisen johtaminen tuotokseen, joka on hyödyllinen laajemmalle kohderyhmälle mitä

tutkimuksessa käytetty koeryhmä on, tuotettu tieto edistää opetusta ja iteratiivisen kehittämisen syntyminen todellisesta muutoksen tarpeesta. Opetuksen teoreettisille kysymyksille pyritään tutkimusmenetelmän avulla antamaan konteksti niin että opittavat asiat saadaan tuotua lähemmäs jokapäiväistä elämää ja oppiminen helpottuu. (Collins & Bielaczyc, 2004) Kehittämistutkimus ei ole vain tiedon keräystä vaan sen tavoite on saada uudet menetelmät ja tekniikat myös opetuskäyttöön. Oppimisen ja opetuksen lisäksi tutkimuksessa syntyvä uusi tieto liittyy myös siihen millainen on onnistunut kehittämisprosessi ja onnistunut opetuksen innovaatio (Edelson, 2002).

Kehittämistutkimuksen toteutus ei ole yksiselitteinen, jonka vuoksi se pohjana käytetään erilaisia malleja. Edelsonin (2002; 2006) mukaan tutkimuksen joka vaiheessa tutkija tekee päätöksiä, jotka ohjaavat tutkimuksen suuntaa. Päätökset vaikuttavat siihen miten kehittämisessä edetään, millaisia tarpeita ja mahdollisuuksia kehittämisellä on ja millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa. Jokainen päätös edustaa tilaisuutta oppia opettamisesta, oppimisesta ja opetuksellisesta kontekstista. Edelsonin (2002) mallin mukaan kaikista kehittämistutkimuksista tehtävät kehittämisspätökset voidaan jakaa kolmeen osaluueeseen:

1. Ongelma-analyysi

Ongelma-analyysin tarkoitus on selvittää kehittämistarpeet, mahdollisuudet ja haasteet; mitä aiheesta jo tiedetään ja mitä olisi tarvetta tutkia lisää. Se voi olla empiirinen, teoreettinen tai sisältää molempia analyysimuotoja. Koska kyseessä on tieteellinen kehittämismenetelmä, edellisiin tutkimustietoihin pohjautuva viitekehys on tärkeä. Kehittämisspätöksiä ja tutkimustuloksia pitää pystyä peilaamaan aikaisempaan tutkimustietoon. (Edelson, 2002; 2006)

2. Kehittämisprosessi

Kehittämisprosessissa päätetään, miten kehitystutkimus suoritetaan ja ketkä siihen osallistuvat. Kehittämisprosessi tarkastelee koko kehittämistutkimusta, sen suunnittelua, valmistelua, toteuttamista, tutkimusprosessin kehittämistä, tuotoksen testaamista, arviointia ja jatkokehittämistä. Prosessin eteneminen pyritään kuvailemaan mahdollisimman tarkasti ja kattavasti niin, että sen toistettavuus ja luotettavuus eivät kärsi. (Edelson, 2002)

3. Kehittämistuotos

Kehittämistuotos kuvailee syntyneen kehittämistyön tuloksen, joka tarjoaa ratkaisun ongelma-analyysin kehittämistarpeisiin, mahdollisuuksiin ja haasteisiin. Kehittämistuotos muotoutuu tutkimusprosessin edetessä, kun kehittäjien tieto lisääntyy. Kehittämistuotos arvioidaan tutkijan parhaaksi katsomalla tutkimusmenetelmällä ja tuloksien avulla tarkistetaan onko tutkimus saavuttanut sille asetetut tavoitteet. (Edelson, 2002)

Kehittämistutkimus voidaan suorittaa joko yhdessä tai kahdessa kehittämissykliissä. (Pernaa, 2013) Yksi sykli koostuu kehittämis-, arviointi- ja raportointivaiheista, joiden perusteella kehittämistä jatketaan eteenpäin. Kehittämistutkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää, että se on toteutettu syklisesti, syklit on dokumentoitu tarkasti ja se ne toistettavissa (Edelson, 2002). Jos kehittämistutkimusta ei ole toteutettu syklisesti, toteutustapa ei ole tieteellisesti pätevä tai luotettava (vrt. Desing-Based Research Collective, 2003; Edelson, 2002) Vaikka kehittämistutkimuksen luotettavuutta ei aina pystytä todistamaan tilastollisesti merkittäväksi se tuottaa käytännönläheistä, suoraan opetukseen siirrettävää tietoa, joka on tutkimusmenetelmän suuri vahvuus. Luotettavuutta voidaan arvioida myös peilaamalla tutkimusta Desing-Based Research Collectiven (2003) kriteereihin laadukkaasta kehittämistutkimuksesta.

Tämä kehittämistutkimus on toteutettu yksisyklisenä Edelsonin (2002) mallin mukaan. Tässä tutkimuksessa ongelma-analyysi on sekä teoreettinen että empiirinen. Teoreettinen ongelma-analyysi suoritetaan tutustumalla aikaisempaan tutkimustietoon ravinnon rasvoista ja niiden projektiluontoisesta opetuksesta terveystieteen näkökulmasta. Nämä tulokset löytyvät luvuista 3 ja 4. Empiirinen ongelma-analyysi suoritetaan kemian yläkoulun ja lukion oppikirjojen tarveanalyysinä. Nämä tulokset löytyvät luvusta 5. Tämän tutkimuksen kehittämisprosessi sekä kehittämistuotos, artefakti, kuvaillaan luvussa 6. Kehittämisprosessi tehdään suositusten mukaisesti kronologisesti (Aksela & Pernaa, 2013).

2.2 Tutkimuskysymykset

Kehittämistutkimuksen tavoitteena on kehittää projektina toteutettavia, kokeellisuutta sisältäviä töitä ravinnon rasvoista terveystieteiden kontekstissa. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen voidaan vastata empiirisen ongelma-analyysin perusteella. Toiseen kysymykseen vastaa teoreettinen ongelma-analyysi, kehittämisprosessi ja kehittämistuotos.

1. Millainen nykytilanne ravinnon rasvoista on yläkoulun ja lukion kemian opetuksessa terveystieteiden kontekstissa?
2. Millainen opetusmateriaali tukee lukion kemian opetusta rasvojen terveydellisistä vaikutuksista?

3 TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI 1: RASVOJEN KEMIAA JA NIIDEN OPETUS

Teoreettinen ongelma-analyysi on tässä kehittämistutkimuksessa jaettu kahteen lukuun. Tämä luku käsittelee sitä, mitä rasvojen kemiasta ja niiden opetuksesta tiedetään aiemman tiedon perusteella. Projektiopetusta käsitellään luvussa 4. Tämä osa käsittelee yleisesti rasvojen kemialla (ks. luku 3.1.), rasvoja ravinnossa (ks. luku 3.2.), rasvat terveyden kannalta (ks. luku 3.3.) sekä rasvoja kemian opetuksessa (ks. luku 3.4.). Aihetta käsitellään ravitsemus- ja terveystieteen näkökulmasta. Tämän luvun tavoitteena selvittää millaisia tarpeita tällä kehittämistutkimuksella on näiden aiheiden osalta. Niiden avulla muodostetaan yksi osa kehittämistutkimuksen tavoitteista (Edelson, 2002).

3.1 Yleistä rasvoista

Lipidit ovat ryhmä aineita, jotka liukenevat huonosti veteen. Ihmisen elimistön kannalta tärkeimmät lipidit voidaan rakenteensa puolesta jaotella neljään eri ryhmään; rasvat, fosfolipidit, vahat ja steroidit.

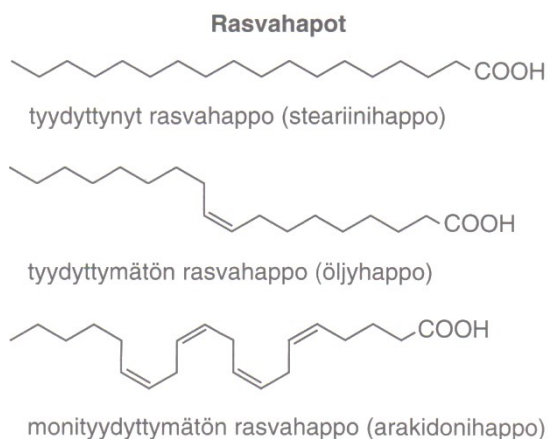
3.1.1 Rasvojen rakenne

Rasvat on yleisnimitys yhdisteille, jotka muodostuvat glyserolista ja rasvahapoista. Ne muodostavat kondensaatioreaktion tuloksena esterisidoksen, kun glyserolin hydroksyyliiryhmiin liittyy rasvahappo. Tämän vuoksi niitä kutsutaan myös triglyserideiksi. (ks. kuva 3.1.) (Campbell & Reece, 2005)



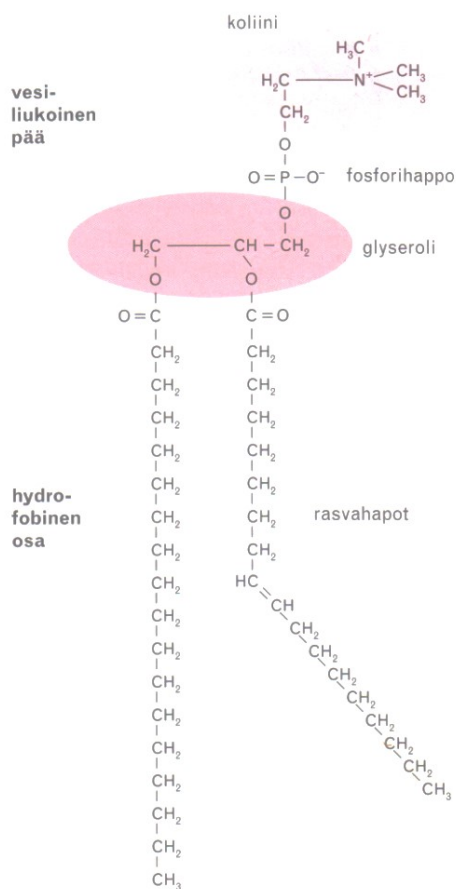
Kuva 3.1. Trigylseridi tristeariini (Hiltunen et al., 2007, s. 38)

Rasvojen rakenteelliset erot vaikuttavat niiden ominaisuuksiin. Glyserolirungossa olevat rasvahappoketjut voivat erota toisistaan esimerkiksi pituuden, kaksoissidoksen paikan ja määrän mukaan. Näiden erojen perusteella rasvat voidaan jakaa tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin rasvoihin (ks. kuva 3.2.). Tyydyttyneissä rasvahapoissa hiilirunkoketjuissa ei ole yhtään kaksoissidosta ja siinä on kiinni niin monta vetyä kuin mahdollista, jolloin hiilirunko on tyydyttynyt vedyn suhteen. Tyydyttymättömät rasvat sisältävät rasvahapon hiilirunkoketjussa yhden tai useamman kaksoissidoksen. Tämän perusteella niitä kutsutaan myös kerta- ja monityydyttymättömiksi rasvahapoiksi. Jos kaksoissidos on isomerialtaan cis-muotoa, rasvahappoketju tekee rungossaan pienen mutkan. Trans-muodoissa rungot ovat suoria. Nämä transrasvat poikkeavat käyttäytymisen osalta cis-muodoista paljon. Esimerkiksi elaiinihapon, trans-muoto oleiinihaposta, fysikaaliset ominaisuudet muistuttavat tyydyttyneen steariinihapon ominaisuuksia. (Campbell, 1999; Coultate, 1996)



Kuva 3.2. Rasvahappojen tydyttyneisyys (Hiltunen et al., 2007, s. 38)

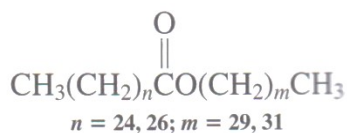
Fosfolipidit ovat rasvoja, joihin on kolmen rasvahappoketjun sijaan liittynyt vain kaksi rasvahappoketjua. Glyserolin kolmanteen hydroksyyli-ryhmään on liittynyt fosfaatti-ryhmä (ks. kuva 3.3.).



Kuva 3.3. Fosfolipidi, lesitiini (Hiltunen et al., 2007, s. 89)

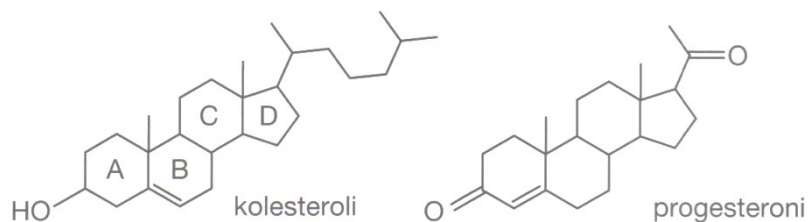
Rakenteensa vuoksi fosfolipidien rasvahappohännät ovat hydrofobisia, kun taas fostaattiryhmä on hydrofiilinen ja polaarinen. Fosfolipidit muodostavat vedessä yleensä kaksoiskerroksen, jossa hydrofobiset hännät ovat kerroksen sisällä ja fosfaattipäätkerroksen ulkopinnoilla. Ne ovat tärkeä rakennusaine esimerkiksi solukalvoilla. (Campbell & Reece, 2005; Hiltunen, Holmberg, Jyväskylä, Kaikkonen, Lindblom-Yläne, Nienstedt & Wähälä, 2007)

Vahat ovat yksinkertaisia estereitä. Muista rasvoista poiketen niiden rakenteessa ei ole glyserolia. Esterisidos muodostuu pitkäketjuisen karboksyylihapon ja pitkäketjuisen yhdenarvoisen alkoholin välille (ks. kuva 3.4.). Hydrofobiset vahat toimivat hyvänä lämmöneristeenä esimerkiksi ihon pinnalla, eläinten turkeissa, linnun sulissa sekä hedelmien ja lehtien pinnalla kasveissa. (Vollhardt & Schore, 2002)



Kuva 3.4. Mehiläisvaha, joka koostuu palmitiinihaposta ja 1-triakontanolista.
(Vollhardt & Schore, 2002, s. 880)

Steroidit poikkeavat rakenteensa puolesta muista rasvoista paljon; niiden kemiallisessa rakenteessa on neljän yhteen liittyneen renkaan muodostama hiilirunko. (ks. kuva 3.5.)



Kuva 3.5. Steroidit (Hiltunen et al., 2007, s. 38)

Steroidit eroavat toisistaan hiilirunkoon liittyneiden fuktionaalisten ryhmien osalta. Tunnettu steroidi ihmisen osalta on muun muassa kolesteroli, jota on vaihtelevia määriä eri solujen kalvoilla säätelemässä solukalvon fysikaalisia ominaisuuksia. Se toimii elimistössä myös monien muiden steroidien lähtöaineena. Synteesissä renkaissa ja sivuketjuissa

tapahtuu erilaisia muutoksia ja näin siitä muodostuu esimerkiksi sukupuolihormoneja. (Campbell & Reece, 2005; Hiltunen et al, 2007)

3.1.2 Rasvojen nimeäminen

Rasvahappojen nimeämiseen vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat hiilivetyketjun pituus ja tyydyttymisen aste. Muuten rasvahapot nimetään samalla systeemillä kuin lyhyet karboksyylihapot. (ks. taulukko 3.1)

Taulukko 3.1. Esimerkkejä luonnossa esiintyvien rasvahappojen nimistä ja rakenteista. (Campbell, 1999; Coultate, 1996)

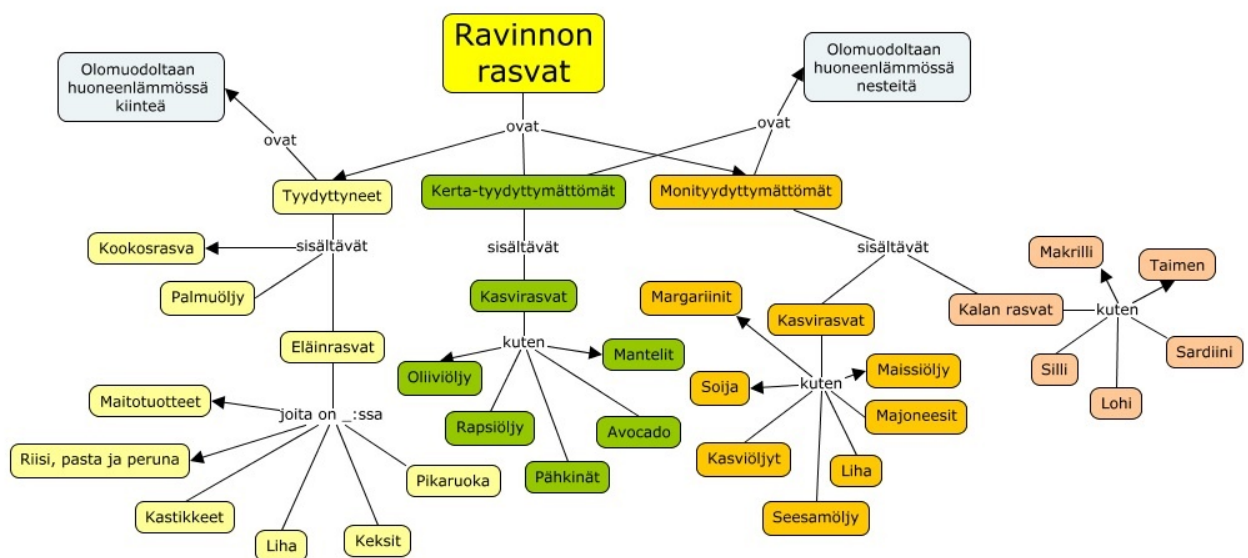
Triviaalinimi	Hiilen ja C=C -määrä	Systemaattinen nimi	Rakenne
Lauriinihappo	C12:0	n-dodekaanihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}_2\text{H}$
Mystriinihappo	C14:0	n-tetradekaanihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO}_2\text{H}$
Palmitiinihappo	C16:0	n-heksadekaanihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$
Steariinihappo	C18:0	n-oktadekaanihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$
Arakidiinihappo	C20:0	n-eikosaanihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CO}_2\text{H}$
Oleiinihappo	C18:1	cis- Δ^9 -oktadekeenihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$
Linolihappo	C18:2	cis-cis- Δ^9, Δ^{12} -oktadekadienihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$
Alfalinoleenihappo	C18:3	all-cis- $\Delta^9, \Delta^{12}, \Delta^{15}$ -oktadekatrieenihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$
Arakidonihappo	C20:4	all-cis- $\Delta^5, \Delta^8, \Delta^{11}, \Delta^{14}$ -eikosatetraeenihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
EPA	C20:5	all-cis- $\Delta^5, \Delta^8, \Delta^{11}, \Delta^{14}, \Delta^{17}$ -eikosapentaeenihappo	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_5(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
DHA	C22:6	all-cis- $\Delta^4, \Delta^7, \Delta^{10}, \Delta^{13}, \Delta^{16}, \Delta^{19}$ -dokosaheksaeenihappo	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_6\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$

Rasvahappojen hiiliatomien ja kaksoissidosten määrän rakenteessa voidaan ilmoittaa merkinnällä 18:3 tai C18:3. Tässä rasvahapossa on 18 hiiltä ja 3 kaksoissidosta, joten se on tyydyttymätön rasvahappo, α -linoleenihappo (ALA). Kaksoissidoksen paikka rakenteessa sekä rungon isomeria ilmoitetaan systemaattisen nimen edessä. Jos numerointi aloitetaan karboksyyli ryhmän hiilestä, käytetään kaksoissidoksen paikan symbolina Δ (delta), jonka yläindeksinä ilmoitetaan hiili josta kaksoissidos lähtee. Esimerkin ALA voidaan kirjoittaa $18:3\Delta^{9,12,15}$. Jos halutaan tarkentaa kaksoissidosten isomeria, voidaan kirjoittaa systemaattinen nimi all-cis- $\Delta^9, \Delta^{12}, \Delta^{15}$ -oktadekatrieenihappo, joka kertoo, että kaikki kaksoissidokset ovat isomeriaaltaan cis-muotoa. (Campbell, 1999; Coultate, 1996)

Kaksoissidoksen paikka voidaan myös määrittää aloittamalla numerointi metyyliiryhmän hiilestä. Silloin käytetään symbolia ω (omega). Esimerkiksi ω -3-ryhmän rasvahapoilla on ensimmäinen kaksoissidos kolmannessa hiilessä metyyliiryhmästä päin laskettuna. Omega-ryhmä voidaan merkitä myös 18:3n-3. Sama logiikka pätee muissa tietyn rakenteen omaavissa ω -6, ω -7, ω -9 ja ω -12 rasvahappojen ryhmissä. (Campbell, 1999; Coultate, 1996)

3.2 Rasvat ravinnossa

Rasvat ovat hiilihydraattien ja proteiinien tavoin välttämätön osa ruokavaliotamme. Ravitsemuksen kannalta tärkeintä rasvojen kulutuksen osalta on se paljonko ja millaista rasvaa syö. Suurin osa eläinperäisistä rasvoista on tyydyttynyttä rasvaa. (Campbell & Reece, 2005) Ne ovat huoneenlämmössä kiinteässä olomuodossa. Kasvi- ja kalarasvat ovat puolestaan tyydyttymättömiä rasvoja. Ne ovat huoneenlämmössä nesteitä ja tämän vuoksi niitä kutsutaan öljyiksi (ks. kuva 3.6.). Rasvan matala sulamispiste johtuu yleensä joko siitä, että rasvassa on paljon monitydyttymättömiä rasvahappoja, kuten maissiöljy ja oliiviöljy, tai siinä on paljon lyhytketjuisia rasvahappoja, kuten maito ja kookosöljy (Coultate, 1996).

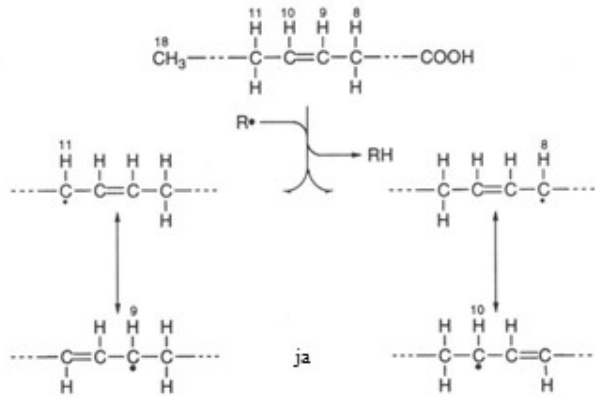


Kuva 3.6. Käsittekartta ravinnon rasvojen jaottelusta ja lähteistä.

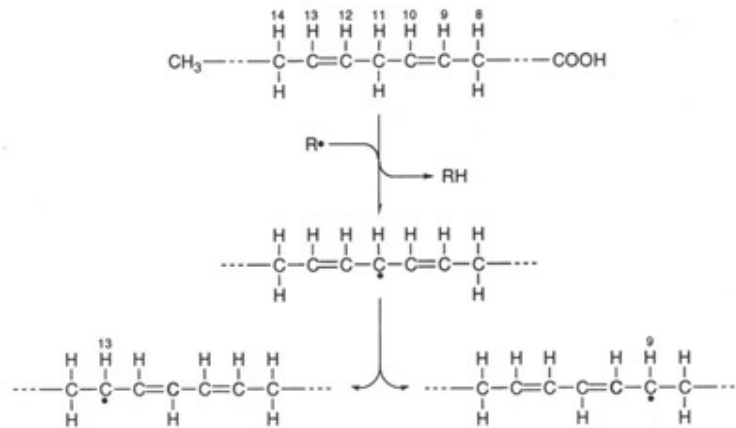
Hydrogenoiduissa kasvirasvoissa tyydyttymätön cis-sidoksia sisältävä öljy on synteettisesti muutettu tyydyttyneeksi tai osittain tyydyttyneeksi lisäämällä siihen vetyä. Tätä kutsutaan hydraukseksi. Jos hydraus on täydellinen, saadaan lopputuloksena täysin tyydyttynyt rasva. Usein reaktio tapahtuu vain osittain ja sen sivutuotteena syntyy termodynaamisesti suositumpia rasvan trans-muotoja. Samalla kaksoissidos voi vaihtaa paikkaa. Lopputuloksena kasviöljyt, kuten maapähkinävoi ja margariinit, saadaan kiinteään muotoon. (Campbell, 1999; Coultate, 1996)

Härskiintyminen on yleinen mittari ravinnon rasvojen pilaantumiselle. Rasvoja sisältävien ruokien ja öljyjen härskiintyminen on niissä olevien rasvahappojen hapettumisen seuraus ilman hapen vaikutuksesta. (Coultate, 1996) Kaksoissidoksien vuoksi tyydyttymättömät rasvat ovat alttiimpia hapettumiselle. Niiden hiiliketjujen allyyliset, kaksoissidoksien vieressä sijaitsevat hiiliatomit muodostavat heikomman hiili-vety-sidoksen kuin rungon muut hiili-vety-sidokset ovat. Nämä luovuttavat helpommin vedyn muodostaen allyyliradikaalin, joka reagoi uuden happimolekyylin kanssa. (ks. kuva 3.7.) Hapettumisessa syntyy hydroperoksidesia, jotka reagoivat edelleen, usein epämiellyttävän hajuisiksi tuotteiksi, kuten aldehydeiksi ja ketoneiksi. Tyydyttyneet rasvat eivät rakenteensa vuoksi hapetu niin helposti ja sen vuoksi ne säilyvät paremmin. Tyydyttymättömien rasvojen säilyvyyttä voidaan parantaa antioksidanteilla, jotka pysäyttävät hapettumisen kiinnittymällä allyyliradikaaliin fenoliryhmiensä avulla. Esimerkiksi välttämättömiä omega-3 rasvahappoja sisältäviä kalaöljyjä suojellaan hapettumiselta luonnosta löytyvällä antioksidantilla, E-vitamiinilla. Hyvin potentiaalisia ja hyödyllisiä luonnon antioksidanteja ovat myös polyfenolit, jotka omaavat tulehduksen vastaisia vaikutuksia elimistössä. (Clayton, 2013) Näitä esiintyy monissa vihanneksissa sekä hedelmissä, mutta myös esimerkiksi ekstraneitsyt oliiviöljyssä.

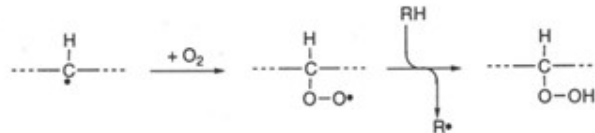
a) Vedyn (H•) irtoaminen oleiinihaposta



b) Vedyn (H•) irtoaminen linolihaposta



c) Hapen liittyminen ja hydroperoksidin muodostuminen



Kuva 3.7. Hydroperoksidin muodostuminen tyydyttymättömien rasvojen hapettumisreaktioketjussa. (Kuva muokattu: Coultate, 1996, s. 72)

Lähes kaikki ruoka mitä syömme, sisältää rasvaa ja yhdessä ruuassa voi olla useita eri rasvahappoja. Esimerkiksi maito ja maitotuotteet sisältävät tyydyttynyttä C16:0 palmitiinihappoa, tyydyttynyttä C18:0 steariinihappoa ja kertatyydyttymätöntä C18:1 oleiinihappoa. (Clayton, 2013) Taulukoissa 3.2. ja 3.3. on esimerkkejä mitä rasvahappoja saamme ruoasta ja mistä lähteistä.

Taulukko 3.2. Esimerkkejä rasvahappojen lähteistä ravinnossamme I. (Clayton, 2013)

Rasvahappo	Palmitiinihappo C16:0 Tyydyttynyt	Steariinihappo C18:0 Tyydyttynyt	Oleiinihappo C18:1 ω-9	Linoliinihappo C18:2 ω-6	Alfa-linoleeni- happo C18:3 ω-3
Lähteet ravinnossa	Maito ja maito- tuotteet, kuten voi, kerma, jäätelö, hapan- kerma, jogurtti, juusto	Maito ja maito- tuotteet, kuten voi, kerma, jäätelö, hapan- kerma, jogurtti, juusto jne.	Kasviöljyt, kuten oliivi-, palmu-, rapsi-, maissi-, seesami-, auringonkukka- ja soijaöljy	Kasviöljyt, kuten rapsi-, maissi-, seesami-, auringonkukka-, soija-, pellava-, oliivi- ja palmuöljy	Kasviöljyt kuten rapsi- ja pellavaöljy
	Punainen liha ja lihatuotteet	Punainen liha ja lihatuotteet	Punainen liha ja lihatuotteet. Naudan rasva ja tali		Pinaatti ja ruusukaali
		Sian liha ja rasva sekä muut sikaa sisältävät tuotteet	Sian liha ja rasva sekä muut sikaa sisältävät tuotteet Naudan rasva ja tali	Sian liha ja rasva sekä muut sikaa sisältävät tuotteet Naudan rasva ja tali	Marjat, esimerkiksi mustikka ja puolukka
	Palmuöljy ja sitä sisältävät tuotteet kuten leivonnaiset, suolakeksit, raskalaiset perunat, sipsit jne.		Palmuöljy ja sitä sisältävät tuotteet	Palmuöljy ja sitä sisältävät tuotteet	
	Kookos ja kookosöljy	Lammas	Kalaöljy		
	Kaakaotuotteet ja kaakaovoi esimerkiksi suklaa	Kaakaotuotteet ja kaakaovoi	Kaakaotuotteet ja kaakaovoi		
	Avokado		Avokado	Avokado	
	Siipikarja ja siipikarjatuotteet	Siipikarja ja siipikarjatuotteet	Siipikarja ja siipikarjatuotteet	Siipikarja ja siipikarjatuotteet	
	Kananmuna ja niitä sisältävät tuotteet		Kananmuna ja niitä sisältävät tuotteet	Kananmuna ja niitä sisältävät tuotteet	
	Pähkinät, kuten manteli, maapähkinä, parapähkinä		Manteli, maapähkinä, saksanpähkinä, hasselpähkinä, parapähkinä	Manteli, maapähkinä, saksanpähkinä, hasselpähkinä, parapähkinä	Saksanpähkinä
	Vehnä ja sitä sisältävät tuotteet		Vehnä ja sitä sisältävät tuotteet	Vehnä ja sitä sisältävät tuotteet	

Taulukko 3.3. Esimerkkejä rasvahappojen lähteistä ravinnossamme II. (Clayton, 2013)

Rasvahappo	Gamma-linoleeni-happo C18:3 ω -6	Dihomo-Gamma-linoleeni-happo C20:3 ω -6	Arakidonihappo (AA) C20:4 ω -6	Eikosapentaenihappo (EPA) C20:5 ω -3	Dokosapentaenihappo (DPA) C22:5 ω -3	Dokosaheksaenihappo (DHA) C22:6 ω -3
Lähteet ravinnossa	Pieniä määriä kasviöljyissä ja lihassa	Pieniä määriä iltahelokkiöljyissä ja mustaherukan siemenissä	Punainen liha ja lihatuotteet	Rasvainen kala	Rasvainen kala	Rasvainen kala
			Sian liha ja rasva sekä muut sikaa sisältävät tuotteet	Turskan maksa	Turskan maksa	Turskan maksa
			Lammas ja sitä sisältävät tuotteet	Merenalävät ja levä	Merenalävät ja levä	Merenalävät ja levä
			Siipikarja ja siipikarjatuotteet			
			Kananmuna ja niitä sisältävät tuotteet			

Ravinnon rasvan määrään ja laatuun liittyviä saantisuosituksia annetaan sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Kansallisesti merkittäviä tahoja ovat terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) sekä valtion ravitsemusneuvottelukunnan antamat suomalaiset ravitsemussuositukset. Kansainvälisesti suosituksia antavat maailman terveysjärjestö, *eng. World Health Organization (WHO)*, Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto, *eng. European Food Safety Authority (EFSA)*, sekä Pohjoismaiden ministerineuvosto, *eng. Nordic Council of Minister*. Esimerkiksi EFSA:n mukaan aikuisten ja yli 2-vuotiaiden päivittäisestä kokonaisenergian saannista 20-35 % saisi tulla rasvoista, kun taas Pohjoismaiden ministerineuvoston ravitsemussuositukset suosittavat 25-40%:a. Näiden kaikkien mukaisesti ravinnossa tulisi suosia tyydyttymättömiä rasvoja sekä rajoittaa tyydyttyneiden rasvojen saantia. Pohjoismaiden ravitsemussuositusten 2012 (2014) mukaan jopa 2/3 päivittäisestä rasvojen saannista tulisi olla cis-kertatyydyttymätöntä ja cis-monityyydyttymätöntä rasvaa (ks. taulukko 3.4.). (Nordic Council of Minister, 2014; Valtion ravitsemusneuvottelukunta, 2014; European Food Safety Authority, 2017)

Taulukko 3.4. Pohjoismaisen ministerineuvoston suositus 2012 rasvojen saannin laadusta ja määrästä eri ikäryhmillä. (Nordic Council of Minister, 2014)

Ikä	6-11 kk	12-23 kk	Aikuiset ja yli 2 vuotiaat lapset
Cis-kertatydyttymättömät rasvat (Cis-MUFA)	10-25 E%	10-20 E%	10-20 E%
Cis-monitydyttymättömät rasvat (Cis-PUFA)	5-10 E%	5-10 E%	5-10 E%
n-3	≥1 E%	≥1 E%	≥1 E%
Tyydyttyneet rasvat (SFA)	<10 E%	<10 E%	<10 E%
Trans-rasvat (TFA)	Niin vähän kuin mahdollista	Niin vähän kuin mahdollista	Niin vähän kuin mahdollista
Rasvan saanti yhteensä	30-45 E%	30-40 E%	25-40 E%

*E% = rasvojen saannin osuus päivittäisestä kokonaisenergian määrästä.

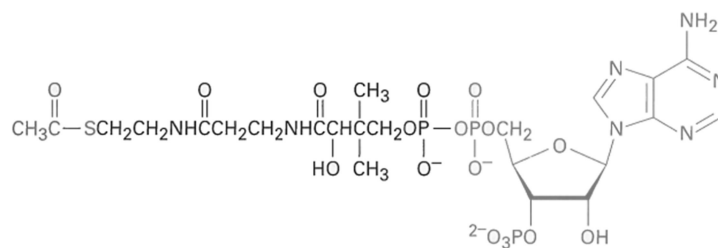
3.2.1 Rasvat, energia ja elimistö

Rasvat ovat loistavia varastoimaan energiaa. Tämä on yksi niiden tärkeimmistä tehtävistä elimistössä. (Campbell & Reece, 2005) Rasvakudoksesta vapautuneiden rasvahappojen hapetus esimerkiksi lihaksessa tuottaa yli kaksi kertaa niin paljon energiaa painoyksikköä kohti mitä sokerien hapetus. (Hiltunen et al., 2007; Campbell, 1999) Tämä johtuu rasvojen rakenteesta; rasvahappo-osat koostuvat karboksyyli-ryhmän lisäksi vain hiilestä ja vedystä, joten ne ovat sokereihin verrattuna pelkistyneempiä yhdisteitä (Heino & Vuento, 2002). Elimistö varastoi rasvahappojen sisältämän energian pääasiassa rasvasoluihin triglyserideinä. Nuorena mieheksi varastorasvaa on keskimäärin 12 kg ja naisessa 15 kg. Tämä on noin kuukauden energiavarasto.

Rasvat kulkeutuvat elimistöön ravinnon kautta, suurin osa triglyserideinä. Niiden pilkkoutuminen elimistössä alkaa ohutsuolen alkuosassa, missä niistä muodostuu sappisuolien avustuksella emulsio ja haimanesteen lipaasi aloittaa niiden pilkkomisen. Triglyseridimolekyylin pilkkoutuessa niistä irtoaa kaksi rasvahappoa ja lopputuotteena ovat monoglyseridit ja vapaat rasvahapot, jotka imeytyvät epiteelisoluihin. Lyhyet, vesiliukoiset rasvahapot siirtyvät suolen epiteelisoluista suoraan verenkiertoon. Pitkäketjuisista rasvahapoista epiteelisolu muodostaa uusia triglyseridejä, jotka pakataan lipoproteiini-kuoren suojaan kylomikroniin. Kylomikroni kuljettaa triglyseridit, fosfolipidit sekä kolesterolin imuteihin. Verenkierrosta rasva-aineet kulkeutuvat kudoksiin ja

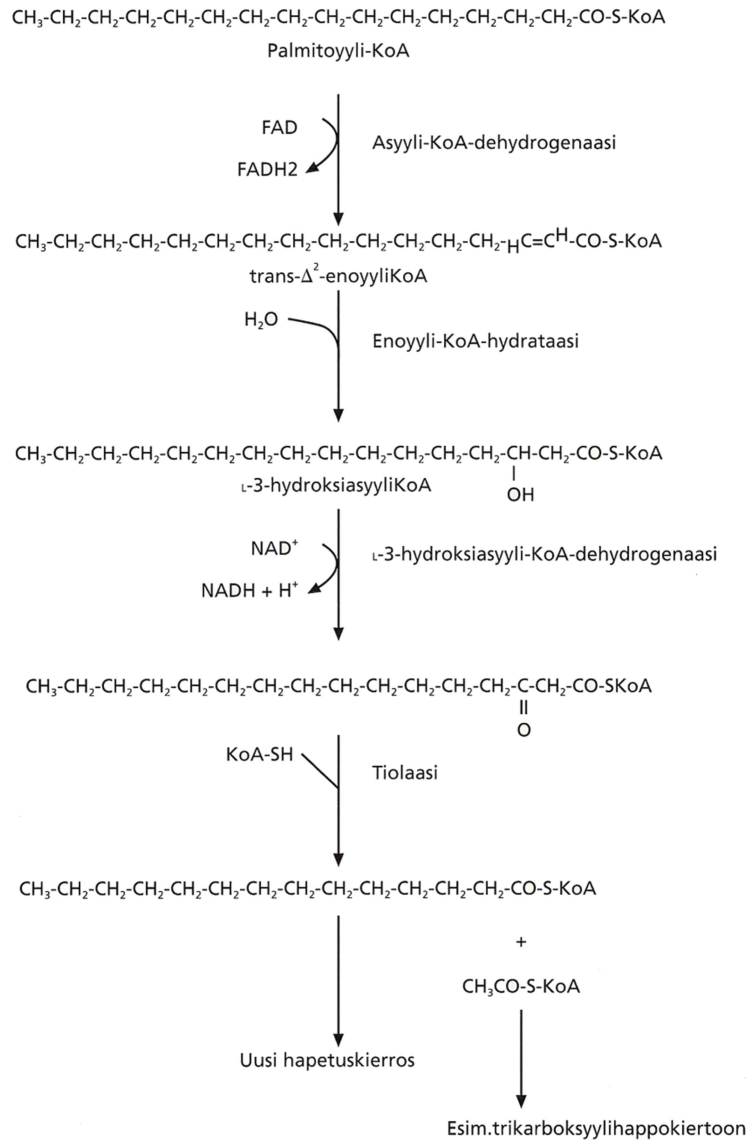
varastorasvaksi triglyserideinä rasvasoluihin. Veressä vapaana tai lipoproteiininä kiertävät rasvahapot ovat glukoosin ohella tärkeitä solujen energialähteitä esimerkiksi sydänlihakselle. (Hiltunen et al., 2007)

Elimistö vapauttaa rasvoin sitoutuneen energian hydrolysoimalla lipaasientyymien avulla triglyseridit glyseroliksi ja vapaiksi rasvahapoiksi. (Heino & Vuento, 2002) Rasvahapot aktivoituvat kohdekudoksissa muuttumalla koentsyymi A:n johdannaisiksi, jonka jälkeen ne kuljetetaan mitokondrioon. (ks. kuva 3.8.)



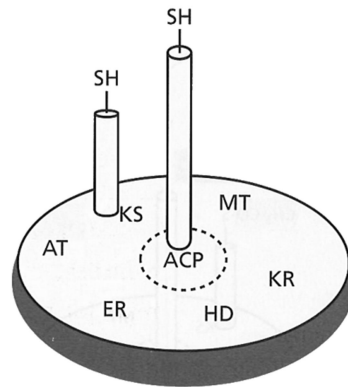
Kuva 3.8. Asetyylikoentsyymi-A:n rakenne (McMurry, 2011, s. 573).

Mitokondriossa rasvahapot pilkkoutuvat β -oksideatio-reaktiosarjassa kahden hiilen mittaisiksi paloiksi. β -oksideaatiossa aktivoituneelle tyydyttyneelle rasvahapolle tapahtuu kaksi hapetusreaktiota, joista ensimmäisessä koentsyyminä toimii flaviiniadeniinidinukleotidi (FAD) ja toisessa nikotiiniamidiadeniinidinukleotidi (NAD^+). Jokaisessa reaktiosarjassa vapautuu yksi FADH_2 , yksi NADH sekä yksi asetyyli-KoA. Reaktiosarja jatkuu, kunnes koko rasvahapon hiiliketju on pilkottu asetyyliryhmiksi. Nämä kiinnittyvät reaktioon osallistuvaan asetyylikoentsyymi-A:han. Kuvassa 3.9. on esitetty esimerkki palmitaatin β -oksideaation ensimmäisestä jaksosta. Sitruunahappokierrossa asetyyli-KoA:n asetyyliryhmä hapettuu täydellisesti hiilidioksidiksi ja vedeksi vapauttaen energiaa elimistön käyttöön. Tyydyttymättömien rasvahappojen pilkkoutuminen on pääasiallisesti samanlainen kuin tyydyttymättömillä rasvoilla. (Campbell, 1999) Siinä rasvahappojen cis-sidokset muutetaan β -oksideaation aikana entsyymien toimesta trans-muotoon, koska prosessi hapettaa vain trans-muodossa olevia sidoksia.



Kuva 3.9. Esimerkki palmitaatin β -oksidaatiosta. (Heino & Vuento, 2002, s.90)

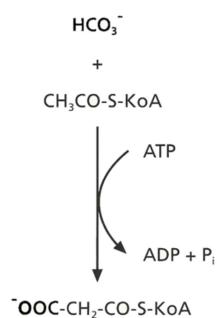
Ihminen pystyy syntetisoimaan suurimman osan tarvitsemistaan rasvahapoista. Niiden synteesi tapahtuu sytoplasmassa ja reaktiota katalysoi rasvahapposyntaasi, joka on yhdistelmä monia entsymaattisia toimintoja. (ks. kuva 3.10.) Vaikka rasvahappojen hapetus ja synteesi tapahtuvat eri osassa solua, ne eivät yleensä tapahdu yhtä aikaa. (Heino & Vuento, 2002)



ACP, asyylinkantajaproteiini
 KS, β -ketoasyyli-ACP-syntaasi
 AT, asetyyli-KoA-ACP-transasetylaasi
 ER, enoyyli-ACP-reduktaasi
 HD, β -hydroksiasyyli-ACP-dehydrataasi
 MT, malonyyli-KoA-ACP-transferaasi

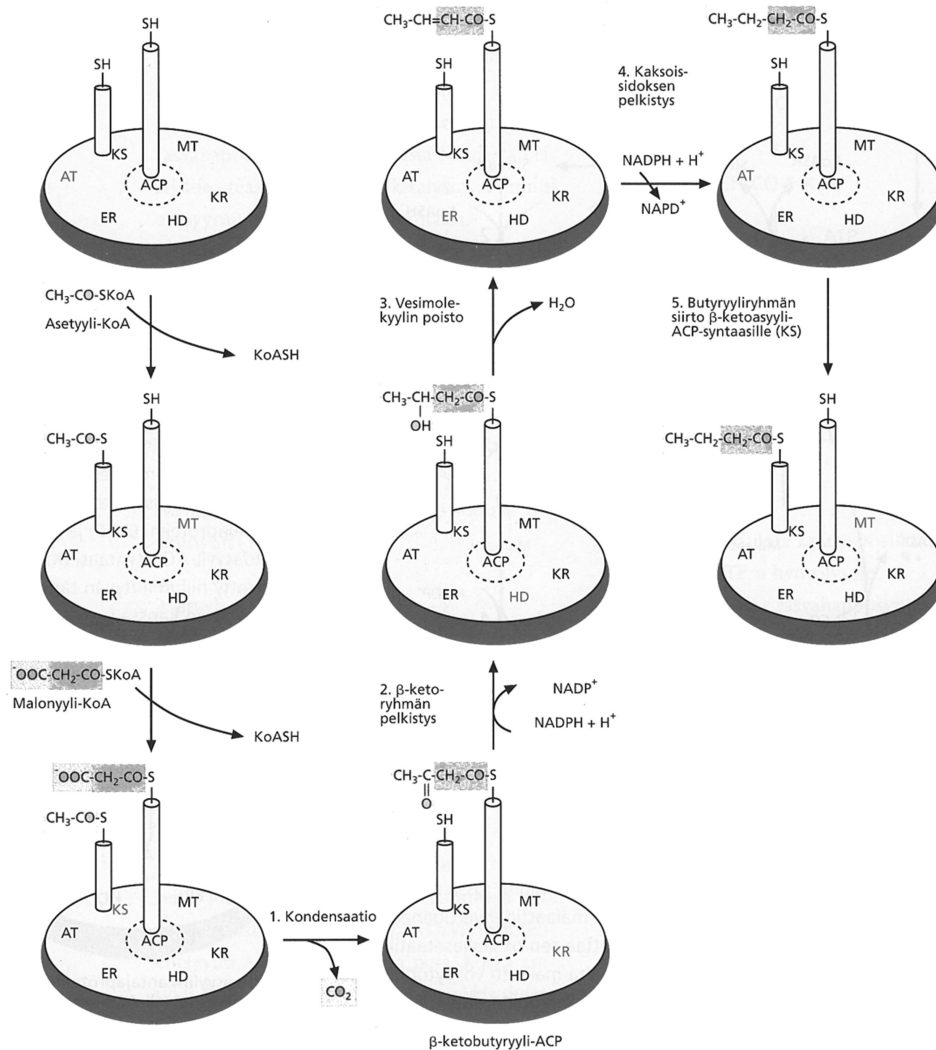
Kuva 3.10. Rasvahapposyntaasi, suurikokoinen polypeptidi, joka sisältää seitsemän eri entsyymiaktiivisuutta. (Heino & Vuento, 2002, s. 127)

Rasvahapposyntaasi käyttää lähtöaineenaan asetyylikoentsyymi-A:n kahden hiiliatomin pituisia asetyyliryhmiä. Asetyyli-KoA-yksiköitä saadaan esimerkiksi glykolyysin jälkeisestä puryvaatin oksidaatiosta sekä eräiden aminohappojen hapetuksesta. Tähän perustuu myös sokerien ja aminohappojen ylimääräisen energian varastointi elimistöön rasvahappoina ja rasvoina. Toinen synteesiin tarvittava lähtöaine, malonyyli-KoA, syntyy asetyyli-KoA-karboksylaasin katalysoimassa reaktiossa. (ks. kuva 3.11.)



Kuva 3.11. Malonyyli-Ko:n muodostuminen Asetyyli-KoA:sta. Reaktiota katalysoi asetyyli-KoA-karboksylaasi. (Heino & Vuento, 2002, s. 126)

Kun molempien koentsyymi A-johdannaisten tioesteriryhmät kiinnittyvät rasvahapposyntaasin –SH ryhmiin, voi neljän reaktion synteesisarja käynnistyä. Synteesisarjan tarkemmat vaiheet on käyty läpi kuvassa 3.12. (Heino & Vuento, 2002)



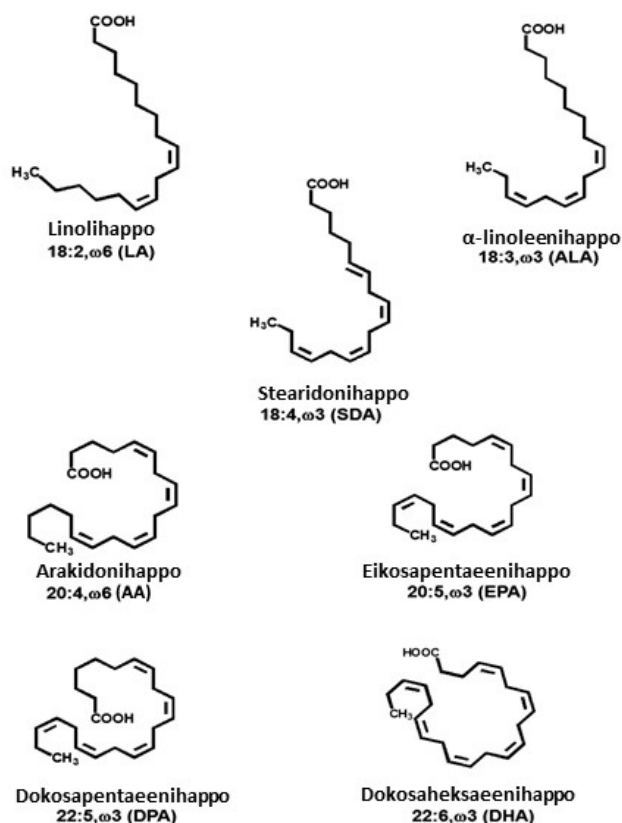
Kuva 3.12. Rasvahapposyntaasin toiminta. (Heino & Vuento, 2002, s. 128)

Rasvahappojen synteesin päätuote on 16 hiiltä sisältävä palmitiinihappo tai palmitaatti-anioni. Vähän muodostuu 18 hiiltä sisältävää steariinihappoa tai stearaatti-anionia. Nämä kaksi toimivat esiasteena muille elimistössä eri tavoin syntetisoitaville rasvoille. Esimerkiksi hapetusreaktion kautta muodostuvat tyydyttymättömät rasvahapot, joista eläinsoluissa yleisimpiä ovat öljyhappo (18:1, cis Δ^9) ja palmito-oleiinihappo (16:1, cis Δ^9). Koska nisäkässolut eivät pysty muodostamaan kaksoissidosta kuin korkeintaan

yhdeksänteen hiileen karboksyylipäästä lukien, on kahta soluille tärkeää rasvahappoa, linoli- (18:2, cis $\Delta^{9,12}$) ja linoleenihappoa (18:3, cis $\Delta^{9,12,15}$), saatava ravinnosta. (Heino & Vuento, 2002)

3.2.2 Välttämättömät rasvahapot

Välttämättömät rasvahapot, eng. *polyunsaturated fatty acid (PUFA)*, ovat rasvahappoja, joita elimistö tarvitsee ravinnosta koska se ei pysty niitä muodostamaan. (Hiltunen et al., 2007; Heino & Vuento, 2002). Rakenteeltaan nämä rasvahapot ovat monitydyttymättömiä, vähintään 18 hiilen rungon sisältäviä, cis-isomerian omaavia ω -3- ja ω -6- sarjan rasvahappoja. (ks. kuva 3.13.)

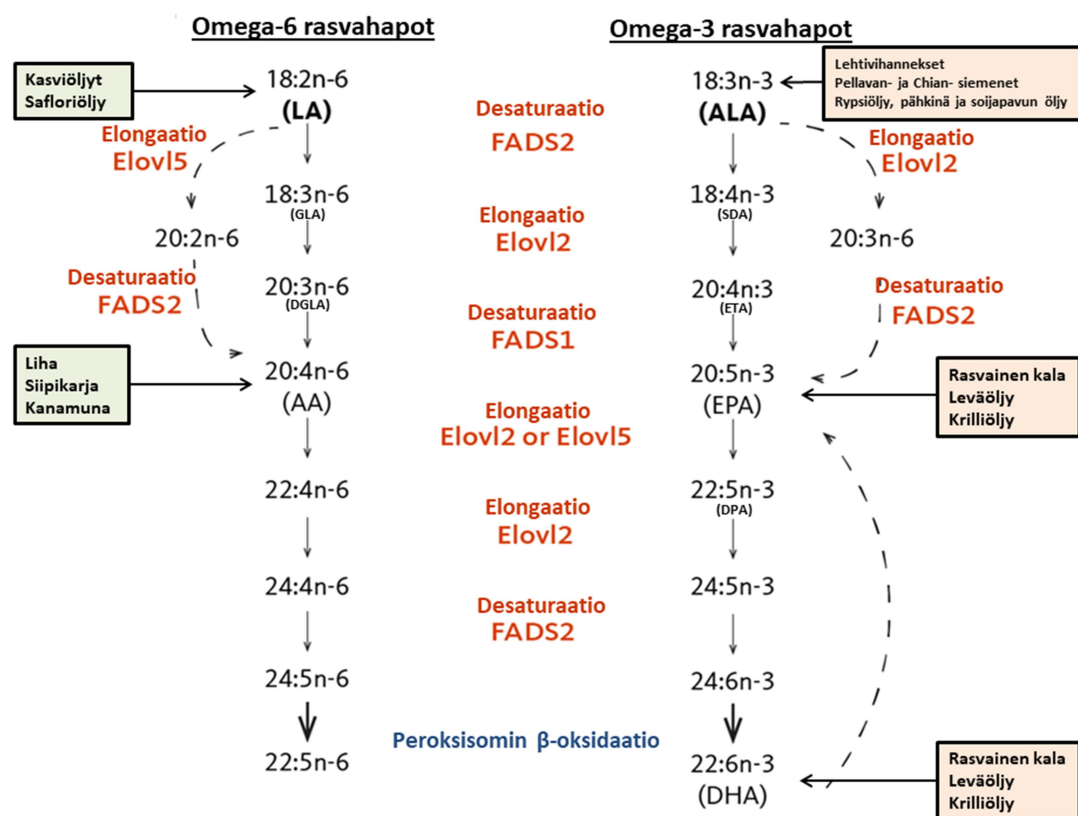


Kuva 3.13. Välttämättömien ω -3 ja ω -6 ryhmän rasvahappojen rakenteita.

(Higdon et al., 2019)

Ihminen pystyy metaboloimaan pitkäketjuisia, hiilirungoltaan 20 hiiltä tai enemmän sisältäviä ω -3 rasvahappoja kuten eikosapentaenihappoa (EPA) ja

doksaheksaeenihappoa (DHA) α -linoleenihaposta (ALA) ja ω -6 rasvahappoja, kuten arakidonihappoa (AA) linolihaposta (LA) (ks. kuva 3.14.) (Higdon, Drake, Angelo & Delage, 2019) Tämä tapahtuu useiden reaktiosarjojen kautta missä kaksi pääreaktiota ovat rasvahappojen desaturaatio, kaksoissidoksen muodostuminen kahden hiiliatomin väliin, sekä elongaatio, kahden hiiliatomin lisääminen ketjuun. Kuitenkin esimerkiksi ALA:n tehokkuus muodostaa ihmisessä pitkäketjuista EPA:a ja DHA:a on alhainen. Tutkimuksissa nuorilla terveillä miehillä noin 8% ALA:sta muodostaa EPA:a ja 0-4% DHA:a, kun vastaavat luvut nuorilla terveillä naisilla ovat 21% ja 9% (Burdge, Jones & Wootton, 2002; Burdge & Wootton, 2002). Yksilöllisiä eroja näihin lukemiin tuovat reaktioihin osallistuvien Δ -desaturaasientsyymien geneettiset haplotyypit, jotka vaikuttavat muuttumistehokkuuteen (Ameur et al., 2012). Tämän vuoksi ravinnossa tulisi suosia välttämättömien rasvahappojen saantia useassa eri muodossa.



Kuva 3.14. Välttämättömien rasvahappojen metaboloituminen elimistössä sekä lähteitä ravinnossa. Reaktioihin osallistuvat entsyymit Δ 6 desaturaasi (FADS2), Δ 5 desaturaasi (FADS1), elongaatioentsyymit Elov12 ja Elov15. (Kuva muokattu: Higdon et al., 2019; Clayton, 2013)

3.3 Rasvat ja terveys

Ravinnon rasvojen yhteyttä terveyteen on tutkittu paljon jo vuosikymmenten ajan. Koska rasvat toimivat osana monia eri elimistön prosesseja ja kudoksia, joten niillä on paljon vaikutuksia koko elimistön toimintaan. Niitä tarvitaan solukalvojen rakenteissa ja ne toimivat esiasteena monille erilaisille hormonien tapaisille välittäjäaineille. Näitä ovat esimerkiksi tulehdusvälittäjäaineet, jotka osallistuvat muun muassa sileän lihaksiston toimintaan, verisolujen aggregaatioon, tulehdusreaktioon, allergioihin sekä kuumeen ja kivun syntyyn. (Campbell & Reece, 2005; Hiltunen et al., 2007).

Kansanterveyden kannalta on tärkeää se, paljonko ja millaista rasvaa ihmisen käyttävät ruokavaliossaan. Suomessa rasvojen kokonaissaanti aikuisilla on lisääntynyt. Terveiden ja hyvinvointilaitoksen (THL) Finravinto 2012 -tutkimuksessa (2013) todetaan, että rasvan osuus energiasta työikäisillä miehillä ja naisilla oli 36%. Tästä tyydyttyneiden rasvojen osuus oli 14%, mikä ylittää selvästi suositukset. Runsaasti tyydyttyneitä rasvoja sisältävä ruokavalio on yksi tekijä, joka edesauttaa muun muassa ateroskleroosin syntymistä ja altistaa meitä sydän- ja verisuonisairauksille (Hiltunen et al., 2007). Kasviöljyjen käsittelyssä muodostuvien transrasvojen saanti altistaa näille sairauksille jopa enemmän (de Roos, Bots & Katan, 2001). Sekä tyydyttyneiden että transrasvojen negatiivinen vaikutus elimistöön aiheutuu niiden vaikutuksesta veren kolesterolipitoisuuteen (Campbell & Reece, 2005). Suurin lähde suomalaisten tyydyttyneille rasvoille ovat maitorasvaa sisältävät ruoat, liha- ja lihavalmisteet, muut levitteet sekä ravintorasvat (Heldán, Raulio, Kosola, Tapanainen, Ovaskainen & Virtanen, 2013).

Rasvan kokonaiskulutuksen kasvun myötä myös kerta-tyydyttymättömien ja monityydyttymättömien rasvojen saanti on suomalaisilla lisääntynyt. (Heldán et al., 2013) Erityisesti kasviöljyjen käytön lisääntyminen näkyy Finravinto 2012 -tutkimuksessa. Sen mukaan margariinit olivat merkittävien välttämättömien rasvahappojen, linoli- ja alfa-linoleenihapon lähde. Pitkaketjuiset ω -3-rasvahapot, kuten EPA ja DHA, saatiin lähes kokonaan kaloista. Välttämättömät rasvahapot, erityisesti omega-3 rasvahapot, omaavat monia hyödyllisiä terveysvaikutuksia ja niitä on tutkittu monta vuosikymmentä. Näitä

terveysvaikutuksia ja terveysvaikutusten mittareita käsitellään lyhyesti seuraavissa luvuissa.

3.3.1 Välttämättömät rasvahapot ja terveys

Omega-6 ja omega-3 rasvahapot ovat tärkeä rakennusosa fosfolipidien muodostamissa solukalvoissa. Ne vaikuttavat solukalvon molekyyliarakenteeseen sekä ominaisuuksiin kuten juoksevuus, joustavuus, permeabiliteetti, sekä solukalvolla olevien entsyymien toimintaan ja signaalimolekyylien kulkuun. (Campbell & Reece, 2005; Hidgon et al. 2019) Ruokavalioimme sisältämät välttämättömät rasvahapot näkyvät solukalvoilla. Esimerkiksi omega-3 rasvahappojen määrän lisääntyessä ruokavaliossa niiden määrä lisääntyy myös punasolujen pinnalla (Hidgon et al., 2019; Marangoni, 2004). Rungon isomeerisen rakenteen vuoksi tyydyttymätön rasvahappo vie solukalvossa enemmän tilaa kuin tyydyttynyt rasvahappo. (Hiltunen et al., 2007) Solukalvon rakenteen myötä ravinnosta saatavien rasvahappojen vaikutukset yltävät koko elimistöön ja sen hyvinvointiin.

Omega- rasvahapoilla on hyödyllisiä ja ennaltaehkäiseviä vaikutuksia sydän- ja verisuonisairauksiin. Tutkimusten mukaan ravinnon tyydyttyneiden rasvojen korvaaminen esimerkiksi omega-6 ryhmän linolihapolla (LA) madaltaa riskiä sairastua tai kuolla sepelvaltimotautiin sekä elimistön kokonaiskolesteroli laskee (Farvid, Ding, Pan, Sun , Chiuve, Steffen, Willett & Hu, 2014; Hidgon et al., 2019). Myös omega-3 ryhmän α -linoleenihappo (ALA) sekä muut pitkäketjuiset omega-3 rasvahapot madaltavat sydän- ja verisuonisairauksien riskiä sekä kuolleisuutta. (Hidgon et al., 2019) 2000-luvun alkupuolella kehitettiin riskin arviointiin mittari, omega-3 indeksi. (Harris & Von Schacky, 2004; Hidgon et al., 2019) Indeksi määrittää EPA:n ja DHA:n yhteenlasketun prosentuaalisen osuuden punasolujen pinnalla olevista rasvahapoista, korreloiden tilannetta sydänlihassoluissa; alle 4%:n määrä kertoo korkeasta sairastumisriskistä, yli 8% matalasta riskistä.

Omega-3 rasvahapoista DHA on tärkeä näön ja hermoston toiminnassa. Se on rakenneosia silmän retinan eli verkkokalvon soluissa sekä postsynaptisissa hermosoluissa. (Jeffrey,

Weisingerb, Neuringer & Mitcheli, 2001) DHA:ta tarvitaan näköpigmentti rodopsiinin muodostumisessa, joka on kriittinen osa näköjärjestelmää ja jonka tehtävä on muuttaa verkkokalvoon osuvan valon kuviksi aivoissa. Jo sikiön kehityksestä asti äidin riittävä DHA:n saanti turvaa lapsen näön ja hermoston normaalia kehittymistä. (Hidgon et al., 2019) Uusimpien tutkimusten mukaan raskauden aikainen riittävä välttämättömien rasvahappojen saannilla on vaikutuksia myös vauvan allergia, astma, ihottumat, ruoka-aine allergiat taipumuksiin (Vahdaninia, Mackenzie, Dean & Helps, 2019).

Ihmisen aivot tarvitsevat välttämättömiä rasvahappoja. Aivoissa DHA ja AA lisäävät asetyylikoliinin vapautumista, jolla on vaikutuksia muistiin ja oppimiskykyyn (Das, 2003). Omega-3 rasvahapoilla on positiivisia vaikutuksia esimerkiksi Alzheimerin tautiin, masennukseen ja kaksisuuntaiseen mielialahäiriöön, mutta lisää tutkimuksia näiden osalta tarvitaan (Hidgon et al., 2019). Pelkän välttämättömien rasvahappojen saannin lisäksi on tutkimuksissa alettu kiinnittää huomiota omega-6 ja omega-3 rasvahappojen saannin suhteeseen. Suuri omega-6 rasvahappojen saanti ja matala omega-3 rasvahappojen saanti on liitetty esimerkiksi ADHD ja autistisiin lapsiin (Parletta, Niyonsenga & Duff, 2016). Korkea omega-6:omega-3 saantisuhde altistaa elimistöä tulehdusprosessille ja tämän myötä tulehduksellisille sairauksille, joita käydään tarkemmin läpi seuraavassa luvussa.

Välttämättömät, erityisesti pitkäketjuiset omega-3 rasvahapot ovat erittäin tärkeitä terveytemme ja elimistömme toimintamme kannalta. Koska kala ja meren elävät ovat ravinnossa paras lähde omega-3 rasvahapoille, niistä saataviin terveyshyötyihin vaikuttavat niiden laatu, kalan rasvaisuus, sen valmistaminen sekä käytön määrä. Oman haasteensa yhtälöön tuo ympäristön saastuminen, jonka vuoksi kaloista löytyy esimerkiksi elohopeaa, joka on ihmiselle hyvin haitallinen raskasmetalli. Tämän vuoksi on hyvä olla tarkka mistä ravinnon lähteestä omega-3 rasvahappojen terveyshyödyt ottaa vai turvautuuko laadukkaaseen, tehokkaan antioksidanttisuojaan sisältävään ravintolisään. (Clayton, 2013; Hidgon et al. 2019)

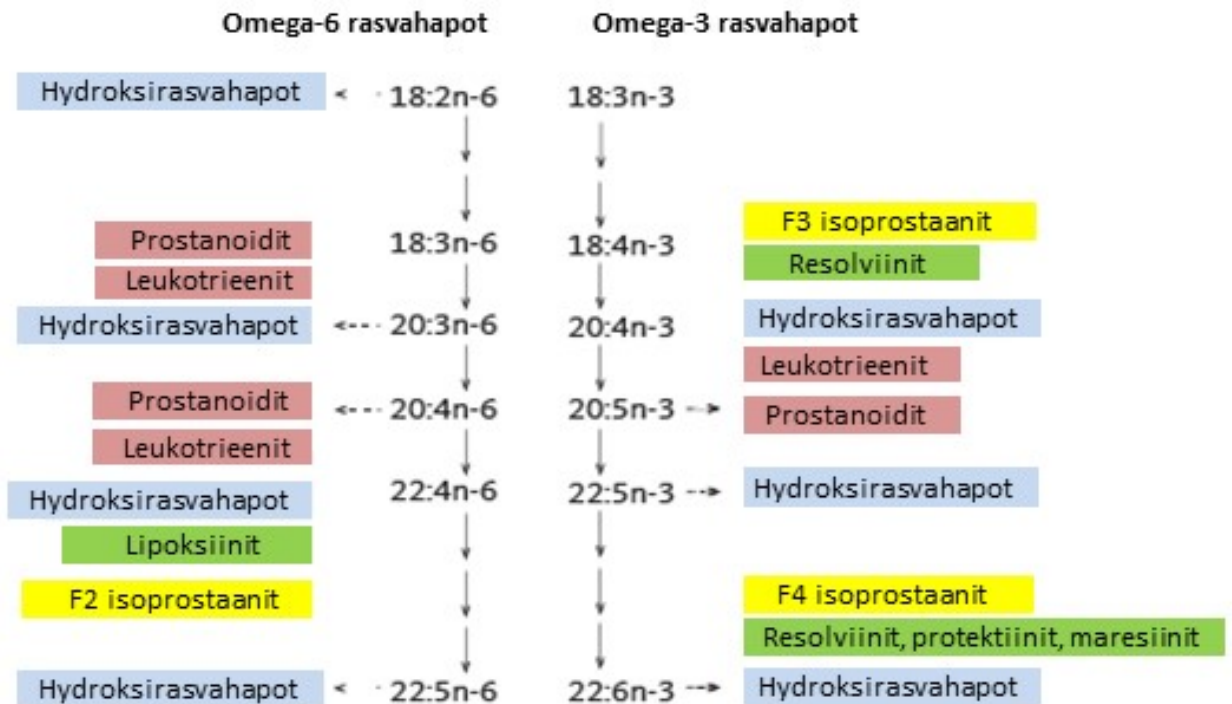
Välttämättömät rasvahapot ja tulehdus

Välttämättömät rasvahapot toimivat esiasteena monille elimistön välittäjäaineille, oksilipiineille, jotka näyttelevät tärkeää roolia elimistön immuuni- ja tulehdusreaktioissa. Yleisimpiä oksilipiinejä ovat eikosanoidit. Nimitys tulee kreikan sanasta *eicos*; eikosanoidien molekyylissä on 20 hiiliatomia. Ne ovat hormonien kaltaisia yhdisteitä, paikallishormoneja, jotka syntyvät kudoksissa solukalvojen fosfolipideihin sidotuista välttämättömistä rasvahapoista. (Hidgon et al., 2019; Hiltunen et al., 2007).

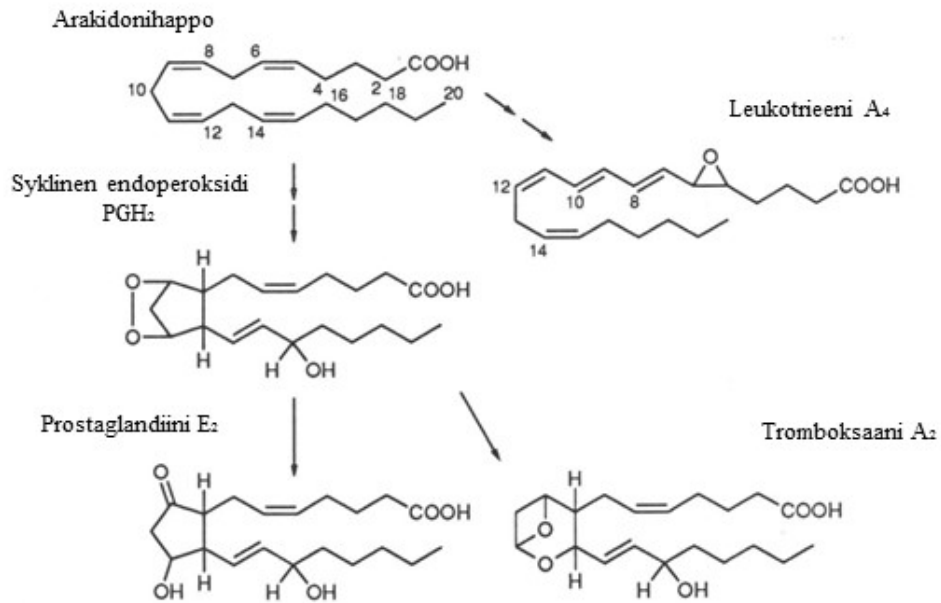
Oksilipiinien synteesissä vapautuu kolmen ryhmän entsyymejä, joita ovat syklo-oksigenaasi (COX), lipoksygenaasi (LOX) sekä sytokromi P450 mono-oksigenaasi (P450s). Näillä kaikilla on oma roolinsa elimistön immunologisessa säätelyssä. Osa niistä ehkäisee ja osa lisää tulehdusta elimistössä. Nämä entsyymit hajottavat kudosten omega-3- ja omega-6 rasvahapot muodostaen eri välittäjäaineita. Entsyymeistä COX osallistuu prostaglandiinien, prostasykliinien ja pro-resolvingtromboksaanien tuottoon, LOX leukotrieenien ja hydroksirasvahapojen tuottoon sekä P450s hydroksieikosatetraeenihapon (HETE) ja epoksieikosanoidihappojen tuottoon. (ks. kuva 3.15.) (Clayton, 2013; Hidgon et al., 2019)

Ravinnon rasvahapot vaikuttavat solukalvon rasvahappokoostumukseen ja sitä kautta niiden lipideistä muodostuviin välittäjäaineisiin (Hidgon et al. 2019; Marangoni, 2004) Tulehdusta välittäviä eikosanoideja, kuten prostaglandiineja, leukotrieeneja ja tromboksaaneja, syntyy muun muassa kalvolipidien arakidonihaposta. (ks. kuva 3.16.) (Coultate, 1996) Prostaglandiinit aiheuttavat esimerkiksi sileiden lihassyiden supistuksia ja supistuksen laukeamista kohdussa, verisuonten seinämissä tai keuhkoputkissa. (Hiltunen et al., 2007) Tromboksaanit, erityisesti tromboksaani A₂, vaikuttavat veritulppien syntyyn lisäämällä verihiutaleiden aggregaatiota. Leukotrieenit toimivat tulehdusvälittäjäaineina kudoksissa allergisten ja muiden tulehdusten yhteydessä. Prostaglandiinien synteesi kiihtyy kipu- ja kuume-tiloissa. Synteesin esto on yksi vaikutusmekanismi kuume- ja kipulääkkeissä. Omega-3 rasvahapot ovat avaintekijä tulehdusta ehkäisevässä ruokavaliossa. (Clayton, 2013; Serhan, C.N., Chiang, N., Dalli, J., 2015) Sekä EPA että

DHA toimivat esiasteena muun muassa resolviineille, protektiineille ja maresiineille. Nämä suhteellisen uudet löydöt ovat herättäneet suuren kiinnostuksen tutkijoissa. Erityisesti niiden laajat vaikutukset ja vaikutusmekanismit elimistössä sekä yhteys tulehduksellisiin sairauksiin kiinnostaa tutkimusmaailmaa.



Kuva 3.15. Välttämättömät rasvahapot toimivat esiasteena useille immunologisesti aktiivisille välittäjäaineille. Kuvassa punaiset toimivat elimistössä tulehdusta edistävinä, siniset tulehdusta ehkäisevinä ja vihreät tulehdukselta suojaavina aineina. Keltaiset isoprostanoidit ovat oksidatiivisen stressin markkereita. (Hidgon et al. 2019)



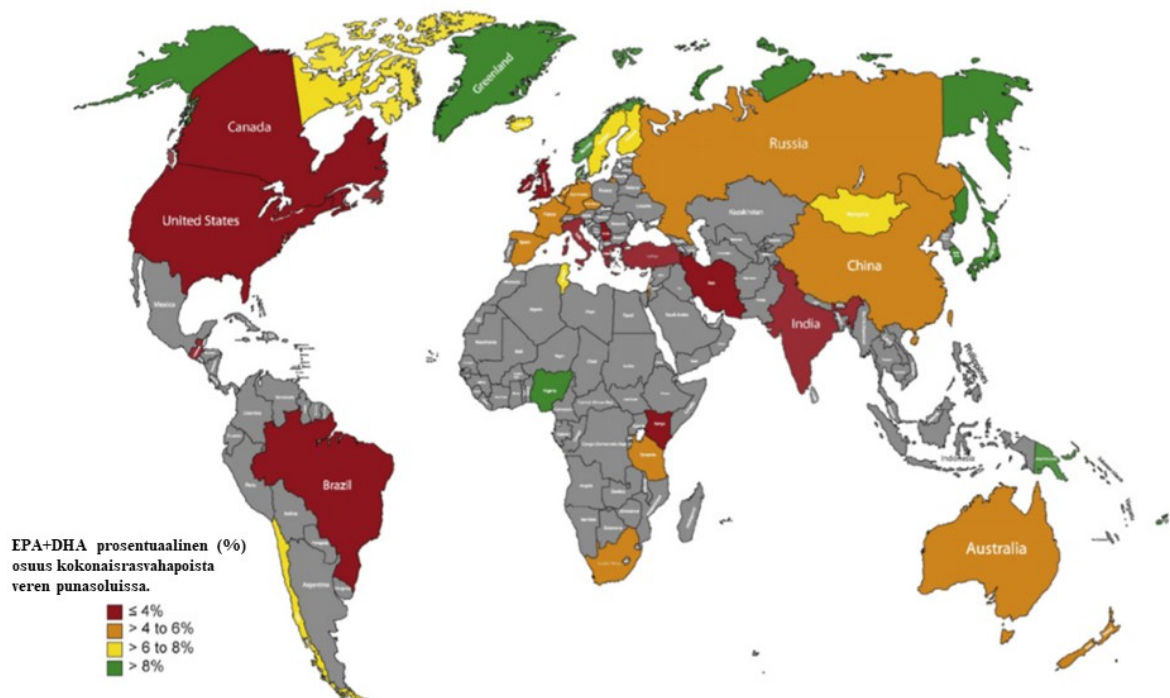
Kuva 3.16. Muutamien tulehdusvälittäjäaineiden biosynteesi arakidonihaposta. (Coulter, 1996, s. 66)

Elimistön tulehdusvälittäjäaineiden synteesin kannalta tärkeää on omega-6 ja omega-3 rasvahappojen saannin suhde ravinnosta. Mikäli solukalvojen pinnalla on paljon omega-6 ja vähän omega-3 rasvahappoja elimistömme on kroonisessa tulehdustilassa. (Clayton, 2013; Simopoulos, 2004) Tasapaino näiden rasvahappojen välillä on muuttunut radikaalisti ajan myötä. (ks. taulukko 3.5.) Historiassa vallinnut rasvahappotasapaino 1-2:1 (omega-6:omega-3) on muuttunut esimerkiksi länsimaista ruokavaliota suosivilla rasvahappotasapainoon 15:1, Intiassa 50:1. Tätä muutosta tukee tutkimustieto, jonka mukaan nykypäivän ihmisten tärkeiden omega-3 rasvahappojen EPA:n ja DHA:n saanti on globaalisti alhainen. (Stark, Van Elswyk, Higgins, Weatherford & Salem, 2016) (ks. kuva 3.17.) Tämä mittari on liitetty esimerkiksi sydän – ja verisuonisairauksien riskiin (Harris & Von Schacky, 2004; Hidgon et al., 2019). Finravinto-tutkimuksen (2012) mukaan suomalaisten merkittävin välttämättömien rasvahappojen lähde on margariinit, jotka sisältävät enemmän omega-6 ryhmän kuin omega-3 ryhmän rasvahappoja. (Clayton, 2013; Heldan et al., 2013) Esimerkiksi omega-3- ryhmän EPA:a ja DHA:a ei margariineissa ole. Korkea rasvahappotasapaino edesauttaa kaikkien tulehduksellisten sairauksien syntyä, kuten sydän- ja verisuonisairaudet, nivelreuma, astma, masennus, diabetes, syöpä ja autoimmuunisairaudet. (Clayton, 2013; Simopoulos, 2002) Maailman terveysjärjestö

(WHO) suosittelee rasvahappotasapainoksi 4-5:1 ehkäisemään ruokavalioon liittyvien tulehduksellisia sairauksien syntyä (World Health Organization). Lisää tutkimusta EPAn ja DHAn globaalia saannista tarvitaan (Stark et al., 2016).

Taulukko 3.5. Omega-6:omega-3 rasvahappotasapaino erilaisissa väestöissä. (Simopoulos, 2004)

Väestö	$\omega 6/\omega 3$
Paleoliittinen kausi	0.79
Kreikka ennen vuotta 1960	1.00–2.00
Nykyinen Japani	4.00
Nykyinen Intia, maalla asuvat	5–6.1
Nykyinen Iso-Britannia ja Pohjois-Eurooppa	15.00
Nykyinen USA	16.74
Nykyinen Intia, kaupungissa asuvat	38–50



Kuva 3.17. EPA:n ja DHA:n yhteenlaskettu määrä koko veren rasvahapoista. (Stark et al. 2016)

3.3.2 Rasvahappojen mittaaminen verestä

Vaikka ravinnon rasvojen saannin, erityisesti omega-3 rasvahappojen, yhteyttä terveyteen on tutkittu epidemiologisilla ja kliinisillä tutkimuksilla jo vuosikymmenten ajan, vielä 2000-luvun alussa dataa veren rasvahappokoostumuksesta, pitoisuuksista ja ravinnon vaikutuksesta näihin arvoihin sekä terveyteen oli vähän. (Maragoni, 2004; Laidlaw & Holub, 2003; Lemaitre, King, Mozaffarian, Kuller, Tracy & Siscovick, 2003; Kuriki, Nagaya, Tokodome, Imaeda, Fujiwara, Sato, Goto, Ikeda, Maki, Tajima & Tokudome, 2003) Tutkimukset olivat osoittaneet, että veren rasvahappoprofiili kuvaa ravinnosta saatavia rasvoja ja tällä on suora vaikutus ihmisten terveydentilaan. Haasteena tällaisille tutkimuksille olivat hankaluudet verinäytteiden keräyksessä suurelta määrältä ihmisiä, sopivien analysointimenetelmien monimutkaisuus, aikaa vaativien ja suhteellisen hintavien menettelytapojen käyttö sekä kustannukset, joihin sisältyi terveydenhuollon henkilökunnan kulut ja palvelut.

2003 Marangoni (2004) tutkimusryhmineen lähtivät kehittämään nopeaa, halpaa, suureen tutkimusryhmään toimivaa, ei hoitohenkilökuntaa näytteen keräämiseen vaativaa tapaa analysoida veren rasvahappokoostumusta pienestä näytemäärästä verta, tavoitteenaan mahdollistaa rasvahappotutkimus kaikille ihmisryhmille. Erityisen mielenkiinnon kohteena tutkimusmenetelmän kehityksen kannalta olivat vastasyntyneet, raskaana olevat, iäkkäät ja sairaat ihmiset, joita ei ole helppo tutkia perinteisin menetelmin. Tutkimuksen tuloksena he osoittivat, että normaalin tavoin kerätyn verinäytteen ja sormen päästä otetun, imupaperille imeytetyn muutaman pisaran kuivaverinäytteen rasvahappokoostumukset olivat käsittelyn ja kaasukromatografisen ajon jälkeen lähes identtiset. Lisäksi he osoittivat, että näytteen rasvahappokoostumukseen vaikutti koehenkilöiden ruokailutottumukset; DHA-arvot olivat korkeammat henkilöillä, jotka söivät kalaa 1-2 kertaa viikossa ja vastaavasti AA-arvot olivat merkittävästi korkeammat henkilöillä, jotka söivät lihaa enemmän kuin kaksi kertaa viikossa. (Marangoni, 2004)

Nykypäivänä kuivaverinäyteanalyysi, *eng. dried blood spots sampling*, on ravintotutkimuksen lisäksi yleisessä käytössä lääketieteellisessä tutkimuksessa. (Wenkui & Lee, 2014) Kaikissa lähtökohta on sama; näytteeksi kerätään pieni määrä verta yhdellä

pienellä pistolla, imeytetään veri selluloosa- tai polymeeripaperille, kuivataan näyte ja lähetetään laboratorioon analyysiä varten. Skandinaviassa tehdyssä rasvahappotutkimuksessa kehitettiin kotikäyttöinen testi yhteistyössä Milanon yliopiston ja Trondheimissä sijaitsevan St. Olavin sairaalan kanssa. (Saga, Liland, Leistad, Reimers & Rukke, 2012) Tutkimuksen tavoitteena oli statistisesti tutkia, millaisia vaikutuksia henkilön taustatiedoilla on koko veren rasvahappoprofiiliin. Testi-analyysi tehtiin anonyyminä ja sen tuloksena mitattiin verestä 11 eri rasvahappoa. (ks. kuva 3.18.) Näin saatiin laskettua esimerkiksi omega-3 indeksi sekä omega-6- ja omega-3-rasvahappojen saantisuhde ruokavaliosta.



Kuva 3.18. Prosessin kulku verinäytteiden keräämisestä rasvahappoanalyysin tuloksiin.

(Kuva muokattu Saga et al., 2012)

3.4 Rasvat kemian opetuksessa

Rasvat tarjoavat hyvin monipuolisen mahdollisuuden opettaa kemian eri ilmiöitä. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) mainitaan vuosiluokilla 7-9 kemian sisällöllisten tavoitteiden osalta tutustuminen hiileen, sen yhdisteisiin ja ravintoaineisiin. Sen mukaan opetuksen tulisi tukea oppilaiden valmiuksia tehdä valintoja jokapäiväisessä elämässä sekä antaa kuvaa kemian merkityksestä ihmisen ja hyvinvoinnin turvaamisessa. Tässä yhtälössä ravinnon rasvat ja jokapäiväiset valinnat niiden suhteen näyttelevät hyvin suurta roolia. Ravinnon rasvojen tutkimista ja havainnointia voidaan hyödyntää myös muissa sisällöllisissä tavoitteissa kuten olomuotojen muutokset ja vesi- ja rasvaliukoisuus. (Opetushallitus, 2014)

Lukion opetussuunnitelman perusteissa (2015) mainitaan kemian osalta ihmisen hyvinvoinnin turvaaminen sekä vastuun ottaminen omasta toiminnasta. Käsitteiden rakentuminen ja ilmiöiden ymmärtäminen on viety seuraavalle tasolle siten, että kemian opetuksessa makroskooppinen, mikroskooppinen ja symbolinen taso muodostavat loogisen kokonaisuuden. Rasvat ovat monipuolisuutensa puolesta hyvä aihekokonaisuus tämän toteuttamiseen. Lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti rasvat sopivat sisältönsä puolesta opetuksen tavoitteisiin sekä lukion kemian pakollisella kurssilla 1 ”Kemiaa kaikkialla” että kurssilla 2 ”Ihmisen ja elinympäristön kemiaa”. Ensimmäisellä kurssilla rasvoja voidaan hyödyntää esimerkiksi tutkittaessa yhdisteiden ominaisuuksia ja selitettäessä niitä aineen rakenteen avulla. 2. kemian kurssin yksi keskeisistä sisällöistä on kemian merkitys hyvinvoinnin ja terveyden kannalta. Rasvojen kemiallista rakennetta ja erilaisia olomuotoja voidaan hyödyntää opetettaessa orgaanisia yhdisteitä, isomeriaa, ominaisuuksien selittämistä rakenteen avulla sekä perehtyessä aineen rakenteen analyysimenetelmiin. Näiden yhteydessä voidaan opetukseen liittää rasvojen ravitsemuksellinen arvo ja niiden terveydelliset hyödyt ja haitat. (Opetushallitus, 2015)

Koska rasvat ovat aihealueena laaja, ne ovat myös hyvä mahdollisuus tehdä eheyttävää opetusta tukevia opetuskokonaisuuksia kouluun. Rasvojen kemiaan tutustumisen ja kokeellisia tutkimisia voi tehdä kemian tunnilla, ravitsemuksellisia näkökohtia voi käydä läpi esimerkiksi kotitalouden tunnilla ja rasvojen terveydellisiin näkökulmiin voi syventyä terveystiedon tunnilla. Näin aiheesta saisi mahdollisimman laajan ja kattavan kuvan.

3.5 Yhteenveto

Rasvat ovat mielenkiintoinen ja monisyinen aihealue kemian ja terveyden näkökulmasta katsottuna. Niitä voi hyödyntää kemian opetuksessa monella tavalla. Mitä syvemmmälle rasvojen kemian terveysvaikutuksiin mennään sitä vaikeammaksi ja mielenkiintoisemmaksi aihe muuttuu. Tämän kehittämisprosessin tavoite on kehittää kolme monipuolista, eri näkökannalta ravinnon rasvoja käsittelevää työtä, jotka mahdollistavat opiskelijoiden syventymisen rasvojen kemiaan ja terveysvaikutuksiin oman valmiustasonsa mukaisesti. Töiden tavoite on käsitellä rasvoja laajasti arkipäivän

kontekstista sekä perehtyä niiden tutkimiseen, kemiallisiin ominaisuuksiin ja rakenteeseen painottaen ravitsemus, terveys ja terveellisyys näkökulmaa. Työohjeiden tulisi saada opiskelijat havainnoimaan, kyseenalaistamaan ja miettimään omia ravitsemuksellisia valintoja arkipäivässä ja niiden terveysvaikutuksia sekä harjoittaa lähdekritiikkiä. Näin työt antavat opiskelijoille eväitä terveellisten ravitsemusvalintojen tekoon omassa elämässä. Koska tieto välttämättömistä rasvahapoista ja niiden vaikutuksista terveyteen, ennen kaikkea elimistön tulehdusprosessiin, on lisääntynyt paljon 2000-luvulla ja lisää tietoa julkaistaan koko ajan, kehitetään yksi työ käsittelemään niitä.

4 TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI 2: PROJEKTIOPPIMINEN KEMIAN OPETUKSESSA.

Teoreettisen ongelma-analyysin toinen osa käsittelee projektioppimista ja siihen liittyviä työtapoja kemian opetuksessa. Tässä osassa käsitellään yleisesti projektioppiminen (ks. luku 4.1.) sekä projektioppiminen kemian opetussuunnitelman perusteissa (ks. luku 4.2.). Tämän luvun tavoite on selvittää millaisiin pedagogisiin tarpeisiin tämän kehittämistutkimuksen tulisi vastata ja sen pohjalta muodostetaan yksi osa kehittämistutkimuksen tavoitteista (Edelson, 2002).

4.1 Projektioppiminen

Projektioppiminen, *eng. project-based learning (PBL)*, on innovatiivinen, opiskelijakeskeinen lähestymistapa oppimiseen. Siinä oppiminen tapahtuu pitkäkestoisten, opiskelijoiden aiempaan tietoon perustuvien ongelmien tai kysymysten pohjalta muodostettujen projektien kautta. Vaikka tarkkaa määritelmää projektioppimiselle ei ole, sille ominaisia elementtejä ovat tutkimuksen suunnittelu ja toteutus, kriittinen ajattelu, ongelma-ratkaisutaitojen käyttö, päätösten teko, yhteistyö, itseohjautuva toiminta ja reflektointi. Opiskelijoiden valinnat ovat yksi avainelementti. Projektin lopputuloksena tuotetaan todellinen tuote tai esitys. (Bell, 2010; Larmer et al., 2015; Thomas, 2000)

Projektioppiminen valmistaa opiskelijoita tulevaisuuteen. Hyvässä projektioppimisessa opiskelijat oppivat miten he soveltavat oppimaansa todellisessa elämässä ja miten he käyttävät oppimaansa ongelmien ratkaisussa, monimutkaisiin kysymyksiin vastatessa ja luodessaan korkealaatuisia tuotteita. (Larmer et al., 2015) Sisällön ymmärrys ei riitä nykymaailmassa. Ihmisten pitää hallita kriittinen ajattelu, ongelmanratkaisu, yhteistyötaidot ja oman työn tehokas hallinnointi. Näitä kutsutaan myös 2000-luvun tulevaisuuden taidoiksi, *eng. 21st Century Skills*, joiden kehittämisessä projektioppimisella on tärkeä asema. (Bell, 2010) Projektioppiminen on avainasemassa oleva opetusmetodi, jos halutaan luoda itsenäisiä ajattelijoita ja oppijoita. Sen tulisi olla yksi avainopetusmetodologia jokaisen opettajan työkalupakissa (Larmer et al., 2015).

Projektioppimisen tutkimus opetusmenetelmänä on lisääntynyt paljon viime vuosina. Tutkimusta on tehty erityisesti projektioppimisprosessin elementeistä, niiden tehokkuudesta ja koko opetusmenetelmän hyödyistä (Bell, 2010; Bilgin, Karakuyu, 2015; Han, Yalvac, Capraro, 2015; Kingston, 2018). Tutkimuksen lisääntyessä on koko opetusmenetelmä alkanut saada muotonsa. Esimerkiksi Larmer, Mergendoller ja Boss (2015) ovat koonneet kaksi projektioppimisprosessiin liittyvää kultaisen standardin mallia. Näitä malleja käydään läpi seuraavassa luvussa.

4.1.1 Projektioppimisen standardit

Laadullinen ja tehokas tapa toteuttaa ja soveltaa projektioppimisen mallia vaatii sekä opettajien että opiskelijoiden tukemista ja selkeiden standardien asettamista. (Larmer et al., 2015) Huono tapa toteutukselle voi pahimmillaan vaikuttaa negatiivisesti opiskelijoiden sisällöllisiin saavutuksiin, uskomuksiin, itsetuntoon ja motivaatioon (Han et al., 2015). Larmer tutkimusryhmineen (2015) määrittelevät projektioppimisen kultaiset standardit kahden mallin kautta, joista toinen käsittelee projektioppimisen ydinelementtejä ja toinen opetuskäytännettä. (ks. kuva 4.1. ja kuva 4.2.) Molempien mallien keskiössä on projektin oppimistavoitteet. Nämä kultaiset standardit kasaavat hyvin tämänhetkisen tutkimustiedon nippuun ja antavat hyvän rungon sille, miten laadukasta projektioppimista tulisi toteuttaa luokkahuoneissa.

Projektioppimisen kultaiset standardit

Seitsemän ydinelementtiä projektioppimiseen

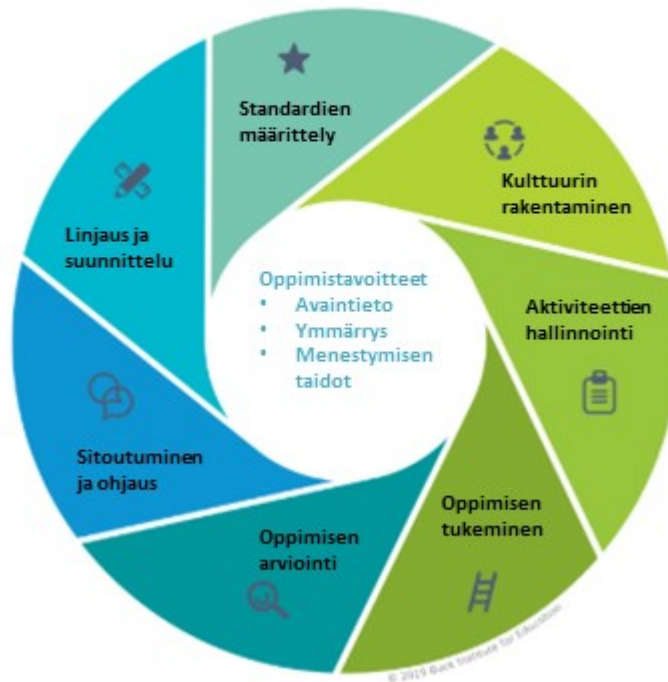


Kuva 4.1. Projektioppimisen seitsemän ydinelementtiä. (Kuva muokattu Larmer et al., 2015)

Projektioppimisen seitsemän ydinelementtiä määrittelevät hyvät standardit opetusmenetelmälle opiskelijan näkökulmasta katsottuna. (Larmer et al., 2015) Malli juontaa juurensa aina 1500-luvun italialaisista arkkitehti- ja kuvanveistäjä-opettajista, jotka rakensivat rakennuksien ja monumenttien pienoismalleja ongelmaratkaisuharjoituksiksi opiskelijoilleen di San Lucian akatemiassa. Sieltä nousevat mallin 5 oleellista elementtiä; haastava ongelma tai kysymys, todenperäisyys, opiskelijan ääni ja valinta, arviointi ja tarkastus sekä yleinen tuote. Projektioppimisen kehittymisen myötä malliin sisällytettiin John Deweyn ideologia progressiivisesta kasvatusajattelusta; projektioppimisessa tutkimusprosessin pitäisi olla toistuva, etenevä ja sen suunnan määrää tulosten reflektointi (Larmer et al., 2015; Servant-Miklos, Norman, Schmidt, 2019). Ydinelementtien merkitystä käytännössä käydään tarkemmin läpi seuraavassa luvussa.

Projektioppimisen kultaiset standardit

Seitsemän projektioppimisen opetuskäytännettä



Kuva 4.2. Projektioppimisen seitsemän opetuskäytännettä. (Kuva muokattu Larmer et al., 2015)

Projektioppimisen laatuun vaikuttavat siinä käytetyt opetuskäytännöt. Projektioppimisen seitsemän opetuskäytännettä antavat selkeät suuntaviivat opettajan toiminnalle. Aluksi opettaja linjaa ja suunnittelee projektin raamit aloituksesta loppuhuipentumaan jättäen siihen varaa opiskelijoiden valinnoille ja päätöksille. Opettaja määrittelee standardit, joiden avulla varmistetaan, että projekti käsittelee aiheen avaintiedon ja tukee opiskelijan oppimista sekä ymmärrystä aihealueisiin, joita projekti sisältää. Opettajan luo toimintakulttuurin, joka motivoi ja kannustaa opiskelijoita itsenäiseen työskentelyyn, itseohjautuvuuteen, avoimeen tutkimukseen, hyvän ryhmähengen luontiin ja laadukkaaseen työskentelyyn. Opettaja hallinnoi aktiviteetteja ja työskentelee opiskelijoiden kanssa organisoiden tehtäviä ja aikatauluja, asettaen tarkistuspisteitä ja

aikarajoja työskentelylle sekä auttaen tiedon etsinnässä, lopullisen tuotteen tekemisessä ja oppimistulosten esittelemisessä. (Larmer et al., 2015)

Projektioppimismenetelmän käyttö opetuksessa ei tarkoita sitä että opettaja ei opeta. Opettaja tukee oppimista käyttäen monipuolisesti erilaisia strategioita, työkaluja ja ohjeistuksia, jotka tukevat jokaisen opiskelijan projektin loppuun saattamista. Monia perinteisiä toimintamalleja voi muokata projektiin sopivaksi. Opettaja arvioi laaja-alaisesti opiskelijan oppimista; sisältö, taidot, tiedot. Arviointiin sisältyy opiskelijan henkilökohtainen arviointi, ryhmän arviointi sekä vertaisarviointi. Opettaja sitoutuu oppimiseen ja luovuuteen opiskelijoiden rinnalla sekä tunnistaa kohtia milloin opiskelijat tarvitsevat apua taitojen oppimisessa tai suunnan löytämisessä. Onnistumisia juhlitaan yhdessä. Näiden käytänteiden tuominen opetukseen vaatii opettajilta uudenlaista kykyä ajatella ja haastaa heidät. Laadukkaasti toteutettu projektiopetus hyödyntää laajasti sen hyötyjä. (Larmer et al., 2015)

Opiskelijoiden sisällön ymmärtämisen ja taitojen kehittämisen tulisi olla keskiössä kaikissa hyvin suunnitelluissa projekteissa. Ongelmalähtöisen projektioppimisen tavoite on auttaa opiskelijoita saavuttamaan syvempää tiedollista ymmärrystä asiasisällöstä ja taidoista sekä kehittää kykyä muodostaa oppimastaan uusia ongelmia ja asiayhteyksiä (Han et al., 2015; Larmer et al., 2015). Projektioppimisen tavoite auttaa opiskelijoita luomaan sitoutumisen ja omistajuuden tunnetta omaa oppimista kohtaan (Han et al., 2015). Kulmaisien standardien mallissa nämä oppimistavoitteet saavutetaan seitsemän elementin ja hyvien opetuskäytänteiden kautta. (Larmer et al., 2015) Oppimistavoitteet valmistavat opiskelijoita menestyksekkääseen koulutaipaleeseen ja tuovat elämäkokemusta.

4.1.2 Projektioppimisen prosessi käytännössä

Projektioppimisen prosessi kulku käytännössä on monivaiheinen. (ks. kuva 4.3.) Siinä opiskelija toimii projektin toteuttajana, opettaja katalysaattorina. Ennen projektin käynnistämistä opettaja määrittelee sen linjaukset. Niiden perusteella opiskelija-ryhmät käynnistävät projektin. Projektin lähtökohtana toimii jonkin linjauksiin liittyvä ongelma,

jota lähdetään tutkimaan tai kysymys, johon lähdetään etsimään vastausta. Tutkittava asia tai konteksti voi liittyä tosielämän ongelmiin tai kysymyksiin koulussa tai sen ulkopuolella. Näin projektilla voi olla todellinen vaikutus ympäristöön tai kohderyhmään, joka hyötyy projektin lopputuloksesta. Vaikutus voi kohdistua myös henkilökohtaisesti opiskelijoihin, joiden tosielämän kysymyksiin tutkimus vastaa. Tutkittavan ongelman tulisi olla haastava mutta ei pelottava. Tutkimuskysymykset tulisi olla muotoiltu niin, että ne fokusoivat opiskelijat tehtävään. (Bell, 2010; Larmer et al., 2015)



Kuva 4.3. Projektioppimisprosessin eteneminen käytännössä.

Tutkimukseen liittyvät vaiheet kestävät useampia päiviä. Niissä opiskelijat suunnittelevat miten tutkimus toteutetaan ja etsivät materiaalia mitä tutkimuksen teko vaatii sekä suorittavat ja dokumentoivat tutkimusta. (Bell, 2010; Larmer et al., 2015) Opiskelijat etsivät vastauksia esiin nouseviin kysymyksiin sekä kysyvät uusia, syvempää ymmärrystä vaativia tutkimuskysymyksiä. Totuudenmukaisuutta tutkimusvaiheisiin saadaan liittämällä niihin oikeita prosesseja, tehtäviä, työkaluja ja laatustandardeja, mitä käytetään asian todellisessa tutkimuksessa (Larmer et al., 2015). Tutkimukseen voi sisällyttää tiedonhaun ohella esimerkiksi kokeellisuutta, asiantuntijoiden tai kohderyhmän haastatteluja ja kirjallisuuden lukemista. Päivittäinen tavoitteiden asettelu helpottaa työskentelyn

suunnittelua ja toteutusta. (Bell, 2010) Päivittäiset tavoitteet ja välitavoitteet auttavat opiskelijoita oppimaan myös oman aikataulun hallinnointia. Kun opiskelijat työskentelevät toisistaan riippuvaisesti yhteistyössä, oletus on, että jokainen tekee oman osansa työn eteen.

Koko projektioppimisen yksi tärkeä elementti on opiskelijan mahdollisuus vaikuttaa projektin kulkuun omilla valinnoilla ja päätöksillä. (Larmer et al., 2015) Opiskelijoilla tulisi olla tunne, että heillä on mahdollisuus saada oma äänensä ja mielipiteensä kuuluviin luokan keskusteluissa sekä ryhmätyöskentelyssä ilman, että heidän tarvitsee miettiä mitä opettaja haluaisi heidän sanovan. (Bell, 2010) Omat valinnat luovat opiskelijoille onnistumisen tunteita ja mahdollistavat opiskelijoiden etenemisen ja oppimisen omalla tasollaan, jonka myötä osallistuminen projektiin lisääntyy (Bell, 2010; Thomas, 2000). Projektioppimisprosessi vaatii paljon tukea ja seurantaa. (Bell, 2010) Opettajan tehtävä on auttaa opiskelijoita kuroma tiedon ja taitojen välissä oleva aukko niin, että projektin kysymysten kautta nousevat tehtävät ovat hallittavissa olevia ja mahdollisia suorittaa.

Projektin lopuksi opiskelijat miettivät miten he esittelevät sen, mitä ovat projektissa oppineet, sopivalle todelliselle yleisölle tai kohderyhmälle ja työ arvioidaan. (Bell, 2010; Larmer et al., 2015) Yleisölle esiteltävä asia voi olla konkreettinen käsin kosketeltava tuote, video, äänite, diagrammi, diaesitys, muu esitys tai tapahtuma. Julkinen esitys ja sen todellinen vaikutus näkyvät vahvasti koko projektissa; jos kohderyhmä on joku muu kuin oman luokan opiskelijat ja opettaja, panokset ovat kovemmat ja se näkyy työskentelyssä. Projektin esittely ulkopuolisille tahoille on tehokas keino kommunikoida vanhempien tai muiden tahojen, jopa yritysten kanssa. Työn arviointi ja tarkistus lisäävät projektioppimisen laatua. (Larmer et al., 2015) Opiskelijoille opetetaan miten otetaan vastaan ja annetaan rakentavaa palautetta. Opiskelijoiden toisilleen antaman palautteen lisäksi palautetta voi antaa opettaja ja koulun ulkopuoliset aikuiset tai asiantuntijat. Tämä tuo palautteeseen todellisen elämän näkökulman. Palautteen avulla projektin prosesseja ja tuotetta voidaan parantaa. Samalla opiskelijat arvioivat oman oppimisen tuloksia.

Oppimisen kannalta yksi tärkein osa projektioppimisprosessin kulkua on reflektointi. Reflektoinnissa tulisi kysyä mitä opimme, kuinka opimme ja miksi opimme. (Larmer et al., 2015) Reflektointi voi epävirallisesti olla osa luokan toimintatapoja ja keskusteluja, mutta sen olisi hyvä näkyä myös muualla; osana projektipäiväkirjaa, aikataulutetuissa kehityskeskusteluissa, projektin tarkistuspisteissä ja opiskelijoiden työn esittelyissä. Sisällön tiedon ja ymmärryksen reflektointi auttaa opiskelijoita konkretisoimaan sen, mitä he ovat oppineet ja käyttämään tietoa muissa, projektin ulkopuolisissa yhteyksissä. Omien taitojen reflektointi auttaa opiskelijoita sisäistämään mitä taidot tarkoittavat ja asettamaan tavoitteita taitojen parantamiselle tulevaisuuteen. (Bell, 2010) Reflektoitavia taitoja voi olla esimerkiksi kommunikaatiotaidot; miten hyvin kuuntelin muita, sainko omat mielipiteeni kuuluviin. Projektin toteutuksen reflektointi, miten se suunniteltiin ja toteutettiin, auttaa opiskelijoita kehittämään lähestymistapaa seuraavaan projektiin sekä auttaa opettajaa parantamaan projektiopetuksen käytänteitä (Larmer et al., 2015).

4.1.3 Projektioppimisen hyödyt ja haasteet opetuksessa

Projektioppiminen on hyödyllistä sekä opettajille että opiskelijoille. Projektioppiminen parantaa opiskelijoiden motivaatiota monella eri asteella. Omista kiinnostuksen kohteista muodostetut tutkimuskysymykset tekevät oppimisesta merkityksellistä. (Larmer et al., 2015). Opiskelijat eivät tutki asiaa vain tiedon vuoksi vaan ratkaisevat heille merkityksellistä ongelmaa. Esimerkiksi Hullemanin & Harackiewiczin (2009) tekemässä tutkimuksessa, johon osallistui 262 yläkoulun oppilasta, todettiin, että kurssimateriaalin tärkeydestä omassa elämässä kirjoittaneet oppilaat olivat enemmän kiinnostuneita luonnontieteistä kuin oppilaat jotka kirjoittivat materiaalista yhteenvetoa. Projektiopiskelussa pyritään tutkimaan asioita todellisesta elämästä, jotka liittyvät vahvasti opiskelijoiden arkipäivään. Tämän tuloksena he ottavat vastuuta oppimisestaan ja motivaatio paranee (Bell, 2010; Hulleman & Harackiewiczin, 2009). Opiskelijat eivät ole pelkkiä tiedon käyttäjiä vaan heitä inspiroidaan luomaan sitä. Kiinnostuksen lisääminen parantaa sisällön ymmärrystä ja syventää oppimista (Bell, 2010; Han et al., 2015). Mahdollisuus vaikuttaa projektin kulkuun omilla valinnoilla ja päätöksenteolla lisää omistajuuden tunnetta. (Headden & McKay, 2015; Larmer et al. 2015) Opiskelijoilla on tunne, että hallitsevat työtä. Tämä lisää kiinnostusta projektia kohtaan ja he sitoutuvat

työskentelemään kovemmin sen eteen. Tuotoksen julkinen esittely lisää motivaatiota panostaa siihen sekä kannustaa korkea-laatuiseen työhön ja luo realistista kuvaa tulevasta työelämästä (Larmer et al. 2015).

Projektioppimisprosessissa opiskelija oppii monenlaisia hyödyllisiä taitoja. Ongelmalähtöinen opettaminen projektioppimismallin mukaisesti auttaa opiskelijoita kehittämään paremmin luonnontieteiden ja teknologian tutkimuksellisia taitoja sekä lisää heidän uskoa omaan itseensä sekä suorituskyyneensä perinteiseen opettajalähtöiseen opetusmalliin verrattuna (Bilgin et al., 2015). Opiskelijat voivat hakevat tietoa internetistä. (Bell, 2010) Samalla he kehittävät lähdekritiikki-taitojaan kyseenalaistamalla tiedon tai sivuston luotettavuutta. Työskennellessä erilaisten laitteiden ja ohjelmien kanssa, kehitetään niiden käyttötaitoja ja yleisesti ongelmaratkaisutaitoja (Aksela & Haatainen, 2019).

Projektioppiminen parantaa opiskelijoiden itsetuntemusta ja sosiaalisia taitoja. Se opettaa tavoitteiden asettelua, itsenäistä toimintaa ja itsekuria. (Bell, 2010) Opastava lähestymistapa rohkaisee sekä opettajia että opiskelijoita menemään yli sisällysalueelta ja kehittämään syvää ymmärrystä ja menestymisen taitoja, joita tämän päivän haasteellisessa maailmassa tarvitaan. (Larmer et al., 2015) Se huomioi opiskelijoiden erilaiset tavat oppia ja auttaa oivaltamaan millaisia oppijia he ovat. (Bell, 2010) Se antaa mahdollisuuden tehdä virheitä ja reflektoinnin kautta oppia niistä. Opiskelijoiden mahdollisuus valita luo heille mahdollisuuden löytää ja hyödyntää omia vahvuuksia ja lahjakkuuttaan aivan kuten työelämässä. Projektioppiminen kehittää opiskelijoiden sosiaalisia taitoja kuten vuorovaikutustaitoja (Aksela & Haatainen, 2019). Ryhmätyöskentely vaatii kommunikaatio-, neuvottelu- ja yhteistyötaitoja. (Bell, 2010) Opiskelijoiden pitää opetella olemaan hyviä kuuntelijoita ja kunnioittaa muita. Tämä parantaa yhteistyökykyä ja luovuutta.

Projektiopiskelu lisää luokan yhteisöllisyyttä. (Aksela & Haatainen, 2019) Luokkahuoneesta tulee yhteistyöhön perustuva yhteisö, jossa tuetaan toisia ja jokainen ryhmän jäsen on tärkeä ja tarpeellinen osa projektia (Headden & McKay, 2015). Tämä antaa

oppilaille vahvan itsenäisyyden ja tärkeyden tunteen koko projektin toteutuksessa. Opettaja tehtävä on toimia työn fasilitaattorina, joka antaa vinkkejä, neuvoja ja rakentavaa palautetta. Oikeanlainen palautteen anto on hyvin tärkeää. Motivoivin tapa antaa palautetta on osoittaa todellista halua auttaa opiskelijoita projektin suorittamisessa, yksilöt huomioiden (Yeager, Purdie-Vaughns, Garcia, Apfel, Brzustoski, Master, Hessert, Williams & Cohen, 2014).

Vaikka projektioppiminen on monipuolinen opetusmetodi, haasteita sen toteuttamisessa löytyy. Se ottaa erilaiset oppijat hyvin huomioon, mutta tämä ei ole ongelmatonta. (Aksela & Hatainen, 2019; Han et al. 2015) Opiskelijoiden rajallinen kyky hahmottaa, millaisia projekteja he voivat tehdä sekä heikompien oppilaiden selviytyminen heille vastaan tulevista ongelmista, haastaa opetusmetodin soveltamista. Opettajien suunnalta löytyy vastustusta opiskelijakeskeiseen oppimiseen, koska he usein näkevät sen luokan kontrollista luopumisena. Mentzer, Czerniak ja Brooks (2017) tekivät kolme vuotta kestävästä tutkimuksesta, missä töissä oleville opettajille koulutettiin projektioppimista ja seurattiin oppien toteuttamista luokkahuoneissa. Tutkimuksen mukaan opettajat arvostivat projektioppimisessa käytettävää tutkimuksellista lähestymistapaa, mutta heidän opetustyyliinsä valinnat muuttuivat kuitenkin hyvin hitaasti. Esimerkiksi opettajat, joilla ei ollut paljoa kokemusta projektioppimisesta, olivat taipuvaisempia vastustamaan sitä, että oppilaat itse määrittävät tunnin tärkeät käsitteet. Riittävän autonomian antaminen oppilaille ja opetussisällön sulauttaminen projektioppimisprosessiin loi hankaluuksia. Opettajat sekoittivat tutkimuksellisen lähestymistavan ohjeistettuihin, toiminnallisiin tehtäviin, jolloin he eivät onnistuneet motivoimaan oppilaita työskentelemään yhteistyöhön perustuvissa ryhmissä. (Mentzer, Czerniak & Brooks, 2017)

Yksi haaste toteuttaa projektioppimista on opettajien kokema ajan puute ja aikatauluongelmat. (Aksela & Haatainen, 2019; Han et al., 2015; Mentzer et al., 2017;) Opettajien rajalliset mahdollisuudet yhteistyöhön muiden opettajien kanssa, projektin kollegiaaliseen suunnitteluun vaadittava aika ja itse projektin suorittamiseen käytettävä aika koetaan ongelmallisena aikatauluttaa. Bell (2010) mukaan hyvä projektin suunnittelu on välttämätöntä sen sujuvalle etenemiselle ja opiskelijoiden onnistumisille. Valitettavasti juuri suunnitteluajan puute luo projektiopetuksen lisäämiseen ongelmia (Bell, 2010). Kun

materiaalit opetukseen alkavat lisääntyä, ajankäyttö suunniteluun vähenee ja ajankäytöllinen ongelma helpottuu (Han et al., 2015). Myös resurssien puute, kuten rajalliset tilat ja laitteistot nähdään haasteena opetusmetodin käytössä. (Aksela & Haatainen, 2019)

Ongelmalähtöisen projektioppimisen toteuttamista hankaloittaa opettajien taidot soveltaa opetusmetodia, projektien organisointi ja ajanhallinta. Nämä kaikki liittyvät opettajan pedagogisiin taitoihin. (Aksela & Haatainen, 2019) Opettajat tarvitsevat uuden metodin käyttöön lisää koulutusta. Koska projektioppimisen siirtyminen käytäntöön vaatii aikaa (Mentzet et al., 2017) pitäisi tämä ottaa huomioon myös opettajakoulutuksessa (Aksela & Haatainen, 2019). Opettajat tarvitsevat ainakin yhdestä kahteen vuoteen rohkaisua, ohjausta ja kannustusta projektioppimisen soveltamisessa STEM-opetuksessa. (Han et al., 2015) Myös lisää tutkimusta opettajien tavoista toteuttaa ja soveltaa projektioppimista luokkahuoneissa olisi syytä tehdä, koska opettajien koulutus ei takaa projektioppimisen toteutuksen laatua. On eri asia tietää ja tehdä.

4.2 Projektioppiminen kemian opetussuunnitelman perusteissa

Projektioppiminen opetusmetodina tukee sekä perusopetuksen vuosiluokkien 7-9 kemian opetussuunnitelman (2014) että lukion kemian opetussuunnitelman (2015) perusteiden vaatimuksia. Vaikka suomalaisen perusopetuksen vuosiluokkien 7-9 kemian opetussuunnitelman perusteissa (2014) ei opettajia kehoiteta sisällyttämään opetukseen projektioppimista, sen avulla voidaan saavuttaa monta opetussuunnitelmassa mainittua kemian oppiaineen tehtävää ja tavoitetta. Se tukee oppilaiden valmiuksia tehdä valintoja sekä lisää kykyä soveltaa tietoa arjessa, ohjaa ja kannustaa havainnointiin, tavoitteiden asettamiseen, kysymysten esittämiseen, luovaan ajatteluun, luonnontieteellisen tutkimuksen tekemiseen, tiedonhankintaan, lähdekritiikkiin, vuorovaikutukseen, argumentointiin, teknologian hyödyntämiseen, itsenäiseen ja pitkäjänteiseen työskentelyyn sekä tunnistamaan omia oppimistapojaan. Lisäksi projektiopetus tukee opetusmenetelmänä erittäin hyvin opetussuunnitelman perusteiden oppimiskäsitystä, jonka mukaan oppilas on aktiivinen toimija. (Opetushallitus, 2014)

Lukion opetussuunnitelman perusteiden oppimiskäsityksen mukaan (2015) on oppiminen seurausta opiskelijan aktiivisesta, tavoitteellisesta ja itseohjautuvasta toiminnasta. Projektioppiminen opetusmetodina on kuin luotu tähän tarkoitukseen. Sen avulla voidaan tehdä tutkimusta opiskelijoita kiinnostavista aiheista, missä opiskelijat itse vastaavat tutkimuksen suunnittelusta, siinä tehtävästä kokeellisuudesta, tutkimuskysymysten esittämisestä, tutkimuksen toteutuksesta ja sen arvioinnista. Opiskelijat oppivat hahmottamaan tutkimusprosessin kulkua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. He oppivat käyttämään erilaisia malleja abstraktien asioiden kuvantamiseen, hakemaan tietoa erilaisista tietolähteistä ja käyttämään kriittistä ajattelua. Myös vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot kehittyvät. Tiedon avulla he oppivat tekemään erilaisia valintoja elämän eri tilanteissa sekä soveltamaan tietoa erilaisissa tilanteissa. (Opetushallitus, 2015)

Vaikka vuoden 2015 lukion kemian opetussuunnitelman perusteissa ei varsinaista projektioppimista mainita, muutoksia tähän on luvassa. Uudessa lukion kemian opetussuunnitelman perusteissa (2019) sekä terveys-konteksti että projektioppiminen ovat vahvasti esillä kemian oppiaineen laaja-alaisessa osaamisessa, joten sen hyödyt kemian opetuksessa on nähty. (Opetushallitus, 2019) Koska se otetaan käyttöön vasta syksyllä 2021, ei tämän työn puitteissa käsitellä aihetta syvällisemmin.

4.3 Yhteenveto

Projektioppiminen on monipuolinen tapa toteuttaa luonnontieteille ominaista tutkimuksellista opetusta kouluissa. Sen hyvä puoli on se, että se kattaa hyvin laajasti erilaisia mahdollisuuksia opettaa kemiaa. Sekä opettajalle että opiskelijalla on mahdollisuus vaikuttaa tutkimukseen. Opiskelijoiden omista kiinnostuksen kohteista muodostetut tutkimuskysymykset linkittävät tutkimukseen mielenkiintoisen kontekstin, kuten terveys, omaan arkeen sekä ottavat huomioon opiskelijan aiemmat tiedot aiheesta. (Bell, 2010; Larmer et al., 2015) Tämä tekee oppimisesta merkityksellistä sekä lisää motivaatiota. Projektioppimiseen sisällytetty tutkimuksen suunnittelu, kokeellinen osuus sekä arviointi harjoittavat monia opetussuunnitelman perusteissa mainittujen

tutkimuksellisten tietojen ja taitojen kehittymistä. (Opetushallitus, 2014; 2015) Se on myös loistava mahdollisuus tehdä kollegiaalista yhteistyötä muiden opettajien kanssa sekä toteuttaa eheyttävää opetusta.

Opettajan vastuulla on huolehtia projektiopetuksen laadusta. Tämä vaatii selkeiden standardien asettamista. (Larmer et al., 2015) Koska projektioppiminen ei ole vielä arkipäivää monissa kouluissa ja opettajat kokevat tarvitsevänsä sen toteuttamiseen lisää koulusta sekä tukea (Aksela & Haatainen, 2019; Han et al., 2015), kehitetään tässä kehittämistutkimuksessa jokaisesta työstä kaksi ohjetta, toinen avoin ja toinen suljetumpi projektiohje. Näin opettaja voi valita itselleen ja ryhmälleen paremmin sopivan ohjeen ja kynnys tutustua uudenaikaiseen tapaan lähestyä opetussisältöä madaltuu. Samalla tuetaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) kehoitusta tehdä suljettuja ja avoimia tutkimuksia. Näin peruskoulun opettajat voivat halutessaan hyödyntää ohjeita heille soveltuvien osien.

5 EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI

Tässä luvussa käydään läpi empiirisen ongelma-analyysin osat, joita ovat oppikirja-analyysi 5.1., oppikirja-analyysin tulokset 5.2. ja oppikirja-analyysin johtopäätökset 5.3.

5.1 Oppikirja-analyysi

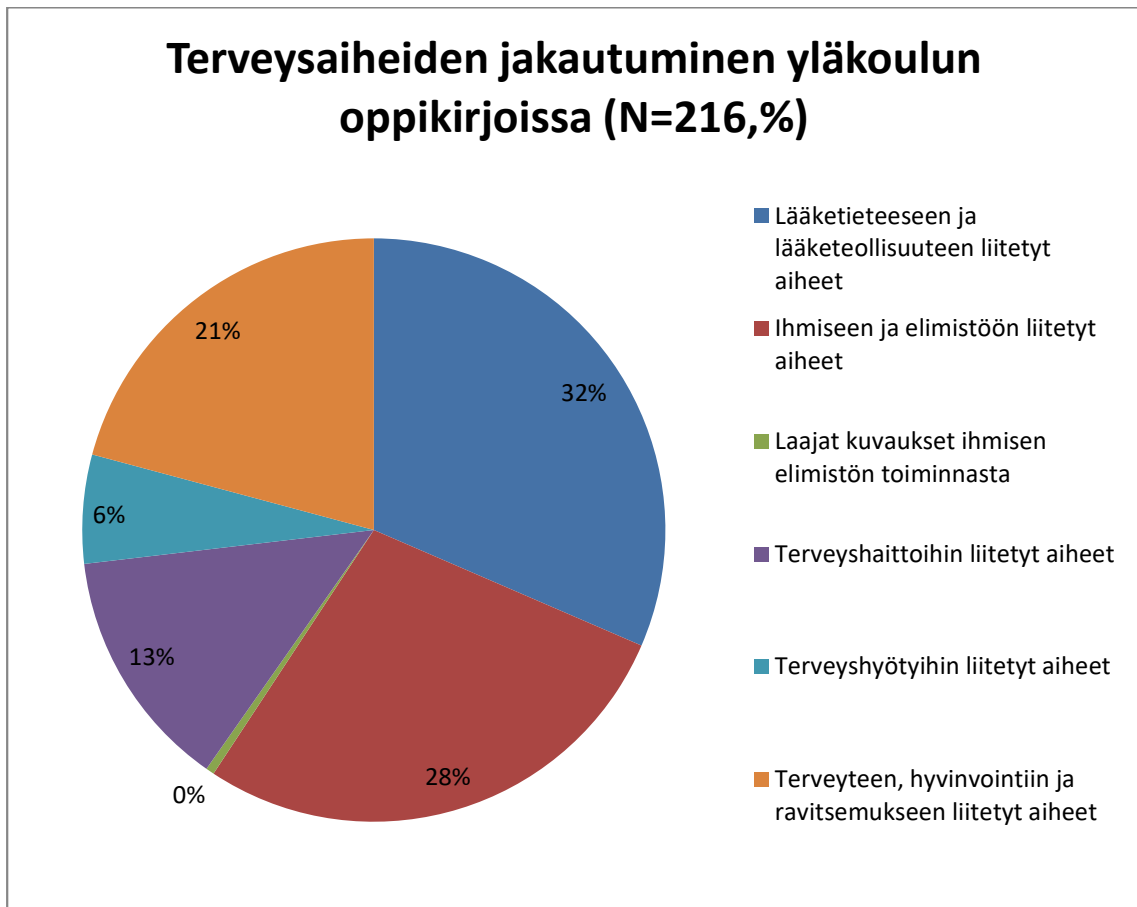
Tarveanalyysi suoritettiin keväällä 2016 oppikirjojen aineistolähtöisenä sisällönanalyysinä. (Tuomi & Sarajarvi, 2013) Oppikirjat ovat Suomessa eniten hyödynnetty opetusmateriaali, jonka vuoksi ne ohjaavat vahvasti opetusta. (Uusikylä & Atjonen, 2007). Tästä syystä ne valittiin tarkastelun kohteeksi. Alkuperäisenä tavoitteena oli selvittää miten paljon, missä yhteyksissä ja millä tavalla ihmisen terveys ja hyvinvointi nousee esiin kemian oppikirjoissa. Koska analyysistä haluttiin mahdollisimman laaja, sen kohteena olivat kaikki yleisimmin yläkoulussa olevat oppikirjasarjat, E-G (5 kappaletta), sekä yleisimmät

lukiossa käytetyt oppikirjasarjat, A-D (20 kappaletta). Analysoidut oppikirja on luetteloitu liitteeseen 1. Jos kirjasarjasta oli ilmestynyt uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) tai lukion opetussuunnitelman perusteiden (2015) mukainen kirja vain uusi kirja analysoitiin. Analyysin ulkopuolelle jätettiin lukion kertauskirjat.

Kirjoja analysoitaessa kävi ilmi, että aihe oli hyvin monimuotoinen ja laaja. Tämän perusteella päätettiin luokitella tarveanalyysin aineistoa tarkemmin siten, mitä kautta aihe liittyy ihmisen terveyteen. (ks. kuva 5.1.) Lisäksi aineisto luokiteltiin alaluokkiin sijainnin mukaan: kuva, kuvateksti, taulukko, työ, tehtävä, esimerkki, teksti, lisätieto. Tarveanalyysistä jätettiin huomiotta pelkät lauseissa esiintyvät sanat kuten ”lääke” sekä itsestään selvät asiat kuten ”ihminen tarvitsee vettä päivittäin”. Myöskään viittaukset työturvallisuuteen ja aineiden varoitusmerkkeihin jätettiin analyysin ulkopuolelle. Laaja aihe tarkentui analyysin edetessä ja tiedon lisääntyessä ravinnon rasvoihin ja välttämättömiin rasvahappoihin. Tarveanalyysin pohjalta muotoiltiin tutkimuskysymys 1. lopulliseen muotoonsa.

5.2 Oppikirja-analyysin tulokset

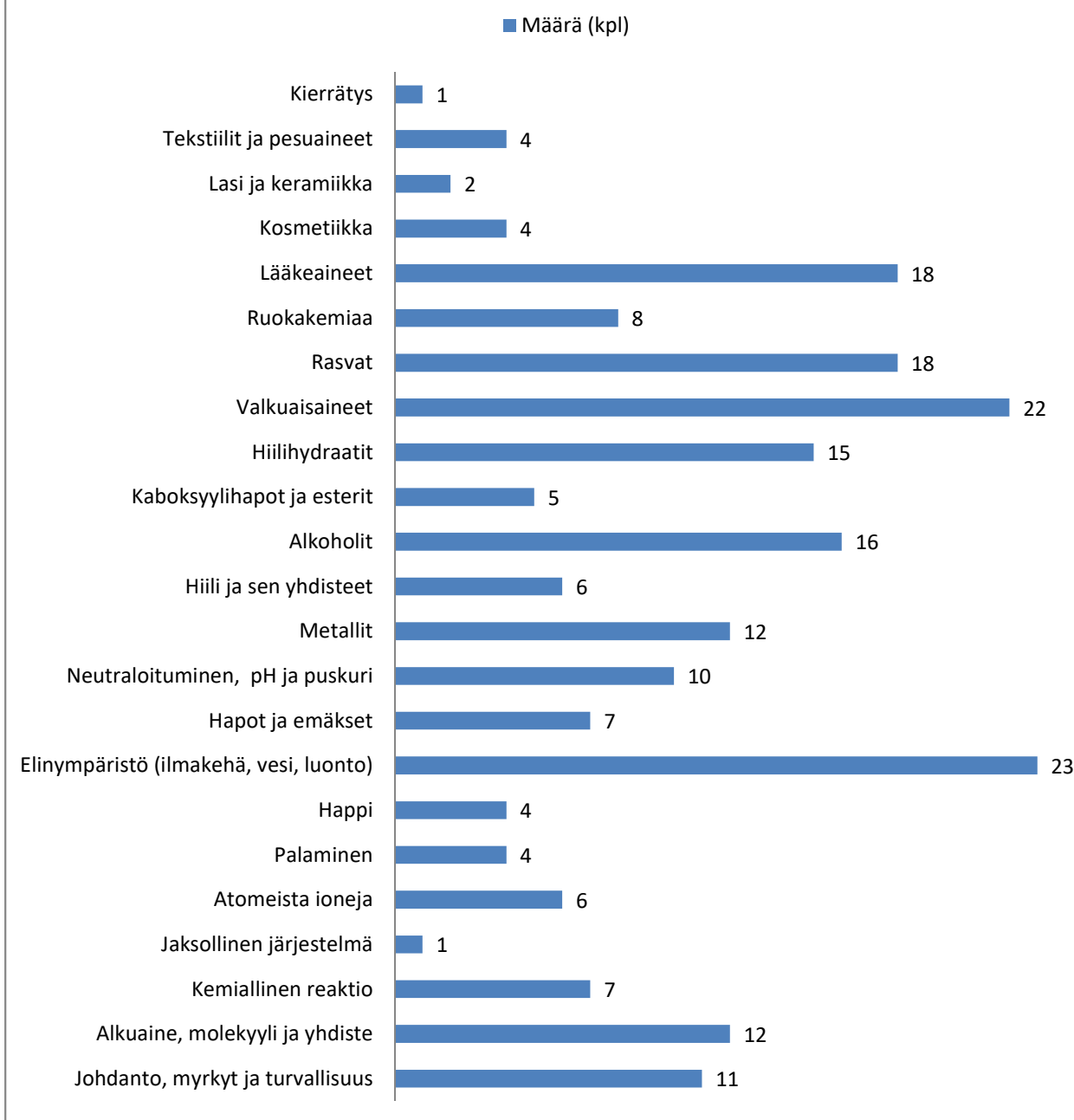
Ihmisen terveys ja hyvinvointi on erittäin hyvin edustettuna sekä yläkoulun että lukion kemian oppikirjoissa ja siitä on mainintoja monissa eri asiayhteyksissä. Tulosten perusteella yläkoulun oppikirjoissa 81% ihmisen terveyteen liitettyjä asioita käsitellään lääketieteen, ihmisen elimistön ja ravitsemuksen kautta. (ks. kuva 5.2.) Laajoja kuvauksia ihmisen elimistön toiminnasta ei juuri ole.



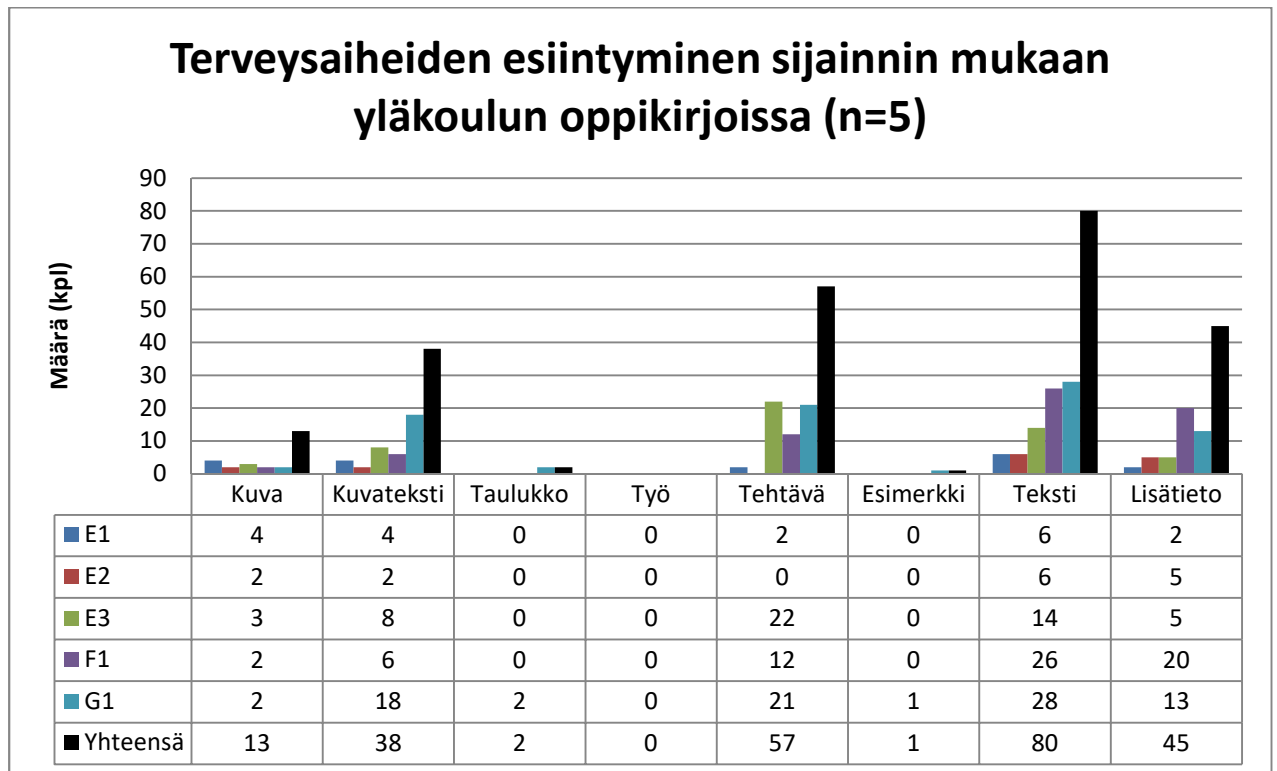
Kuva 5.2. Terveysaiheet yläkoulun oppikirjoissa, sarjat E-G.

Aihealueiden osalta tarkasteltaessa ihmisen terveyttä ja hyvinvointia käsitellään eniten lääkeaineissa, ravintoaineissa sekä elinympäristön kohdalla, mutta siitä on hyvin mainintoja myös muiden aihealueiden osalta. (ks. kuva 5.3.)

Terveysaiheet aihealueittain yläkoulun oppikirjoissa, N=216



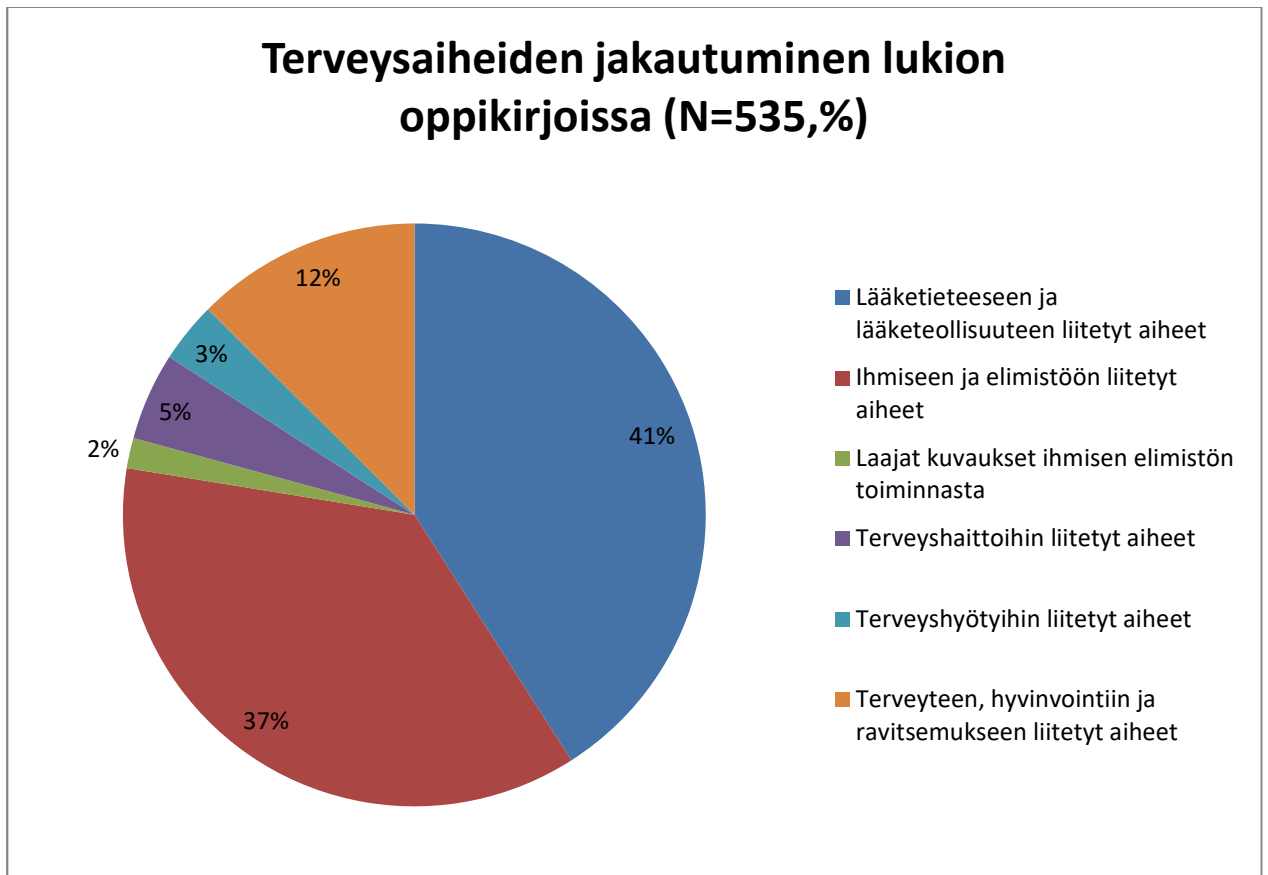
Kuva 5.3. Terveysaiheet aihealueittain yläkoulun oppikirjoissa, sarjat E-G.



Kuva 5.4. Terveysaiheiden esiintyminen sijainnin mukaan yläkoulun oppikirjoissa, sarjat E-G.

Terveysaiheiden esiintyminen sijainnin mukaan oppikirjoissa antaa mielenkiintoista tietoa. (ks. kuva 5.4.) Eniten terveyteen viitataan tekstissä ja lisätiedoissa. Myös aiheeseen liittyviä tehtäviä on hyvin, mutta töitä terveyteen liittyen ei ole ollenkaan.

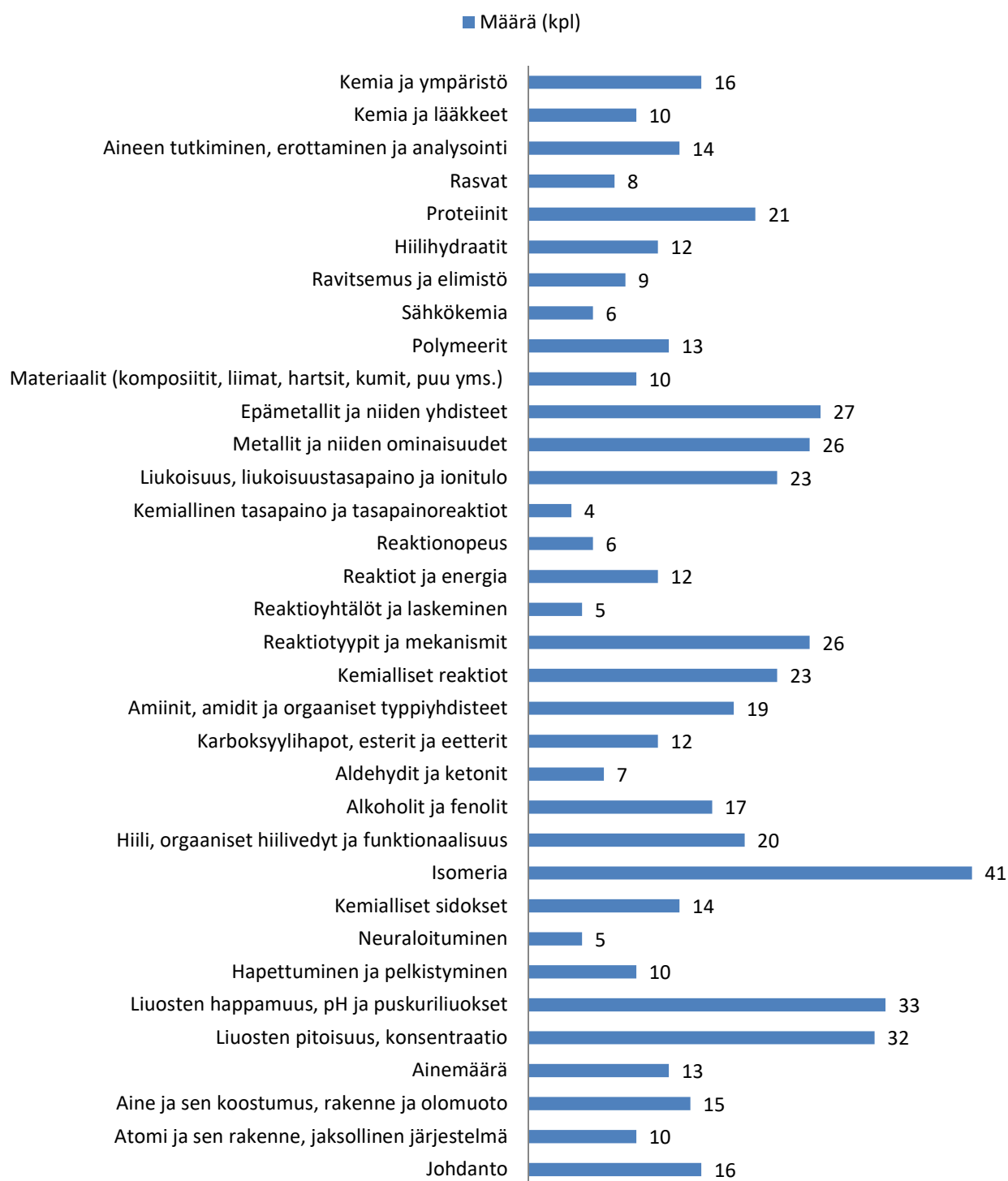
Kun tarkastellaan samoja asioita lukion osalta, tulokset ovat hyvin erilaiset. Lukion oppikirjoissa jopa 78% ihmisen terveyteen liitettyjä asioita käsitellään lääketieteen ja ihmisen elimistön kautta. (ks. kuva 5.5.) Esimerkiksi ravitsemukseen liittyy vain 12% aiheista, kun yläkoulun oppikirjoissa tähän kategoriaan oli liitetty 21% aiheista. (ks. kuva 5.2.)



Kuva 5.5. Terveysaiheet lukion oppikirjoissa, sarjat A-D.

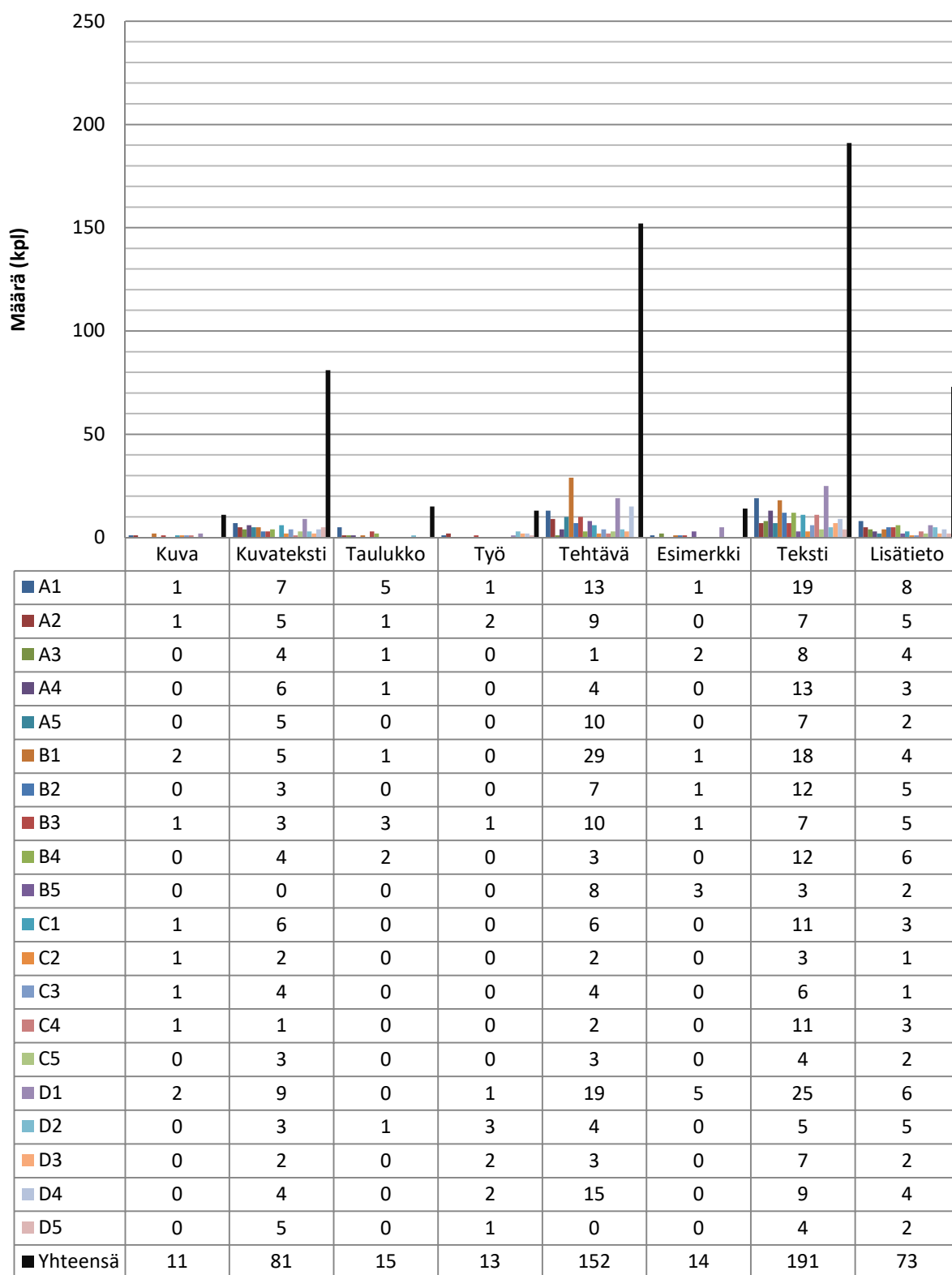
Aihealueita tarkasteltaessa ihmisen terveyteen viitataan hyvin monissa asiayhteyksissä lukion oppikirjoissa. (ks. kuva 5.6.) Sijainnin mukaan eniten viittauksia löytyy tekstissä ja tehtävissä. (ks. kuva 5.7.)

Terveysaiheet aihealueittain lukion oppikirjoissa (N=535)



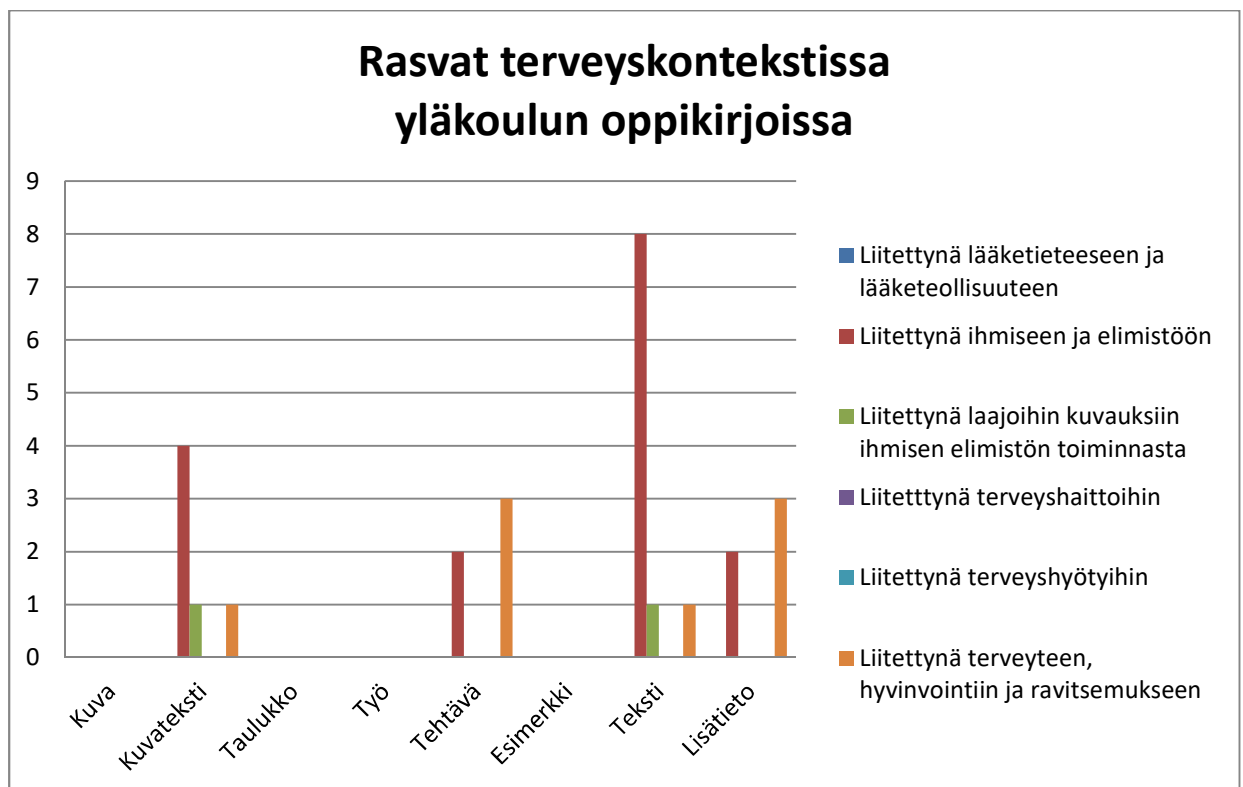
Kuva 5.6. Terveysaiheet aihealueittain lukion oppikirjoissa, sarjat A-D.

Terveysaiheiden esiintyminen sijainnin mukaan lukion oppikirjoissa (n=20)



Kuva 5.7. Terveysaiheet sijainnin mukaan lukion oppikirjoissa, sarjat A-D.

Koska ravitsemusaiheita terveysteksteissä käsitellään lukion oppikirjoissa suhteellisen vähän, otetaan ne hieman lähempään tarkasteluun. (ks. kuva 5.5.) Lukion oppikirjoissa huomio kiinnittyy ravitsemuksen osalta aiheeseen ”Rasvat”, jotka ovat tärkeä osa terveyttä ja ravitsemusta, mutta analyysin mukaan niitä käsiteltäessä on viitattu ihmisen terveyteen vain 8 kertaa. (ks. kuva 5.6.) Tämän vuoksi otetaan tarkastelun kohteeksi ravinnon rasvat sekä tehdään analyysiaineiston pohjalta tarkempi katsaus niiden tilanteeseen sekä yläkoulun että lukion kemian oppikirjoissa.



Kuva 5.8. Rasvat terveysteksteissä aiheen ja sijainnin mukaan yläkoulun oppikirjoissa, sarjat E-G.

Yläkoulun oppikirjoissa ravinnon rasvat on liitetty hyvin ihmiseen, elimistöön ja terveyteen. (ks. kuva 5.8.) Terveysnäkökulma näkyy parhaiten tehtävissä sekä lisätiedoissa, mutta rasvojen terveellisyys liittyviä töitä ei ole. Ihmisen terveyden kannalta tärkeät välttämättömät rasvahapot jäävät mainitsemisen tasolle muissa paitsi yhdessä oppikirjassa, jossa aihetta käsitellään melko laajasti. Kyseisessä kirjasarjassa, sarja G, mainitaan seuraavat asiat:

- Kuvateksti: ”Kalan rasvat ovat terveellisiä tyydyttymättömiä rasvoja. Kalaa tulisi syödä ainakin kaksi kertaa viikossa.” s. 230
- Teksti: ”Pakastaminen ei estä rasvoja härskiintymästä. Tämän takia muun muassa rasvaiset kalat säilyvät pakastettuna vain noin kolme kuukautta.” s. 231
- Lisätieto, otsikolla ”Välttämättömät rasvahapot”: ”Ihmiselimistö ei pysty valmistamaan kaikkia tarvitsemiaan rasvoja itse, vaan niitä täytyy saada ravinnon mukana. Näitä niin sanottuja välttämättömiä rasvahappoja ovat linolihappo ja alfa-linoleenihappo...” s. 232
- Lisätieto otsikolla ”Ravinnon rasvat vaikuttavat veren kolesteroliin” s. 231



Kuva 5.9. Rasvat terveyskontekstissa aiheen ja sijainnin mukaan lukion oppikirjoissa, ryhmät A-D.

Lukion oppikirjasarjoissa rasvat on liitetty jollain tavoin ihmiseen, elimistöön ja terveyteen. (ks. kuva 5.9.) Rasvat terveysnäkökulmasta käydään pääsääntöisesti läpi 1. kurssin oppikirjoissa rasvoja käsittelevän luvun yhteydessä ja yhdessä oppikirjasarjassa rasvojen terveellisyydestä löytyy asiaa myös 2. kurssin kohdalta ”Isomeria”. Terveysnäkökulma näkyy lukion oppikirjoissa eniten tehtävissä, tekstissä ja kuvatekstissä.

Yläkoulun tavoin myös lukiosta puuttuu rasvojen terveellisyyteen liittyvät työt. Kaikkien kirjasarjojen kirjat käyvät hyvin läpi rasvojen kemiallisen rakenteen ja välttämättömät rasvahapot mainitaan kaikissa. Terveysnäkökulma jää kirjasarjoissa pääsääntöisesti vain mainitsemisen tasolle. Välttämättömistä rasvahapoista ja rasvojen terveysvaikutuksista kirjasarjoissa mainitaan seuraavat asiat:

Sarja A1, teksti: *"Välttämättömiä rasvahappoja ovat linoli- ja linoleenihappo, jotka molemmat ovat monityydyttymättömiä rasvahappoja. Ravitsemuksellisesti tärkeää on monityydyttymättömien ja tyydyttyneiden rasvojen oikea suhde, joka yleensä toteutuu kun tyydyttyneiden rasvojen saantia vähennetään."* s.152

Sarja B2, teksti: *"Vaikka tyydyttyneiden rasvojen saantia tulisikin rajoittaa, rasvat ovat silti ihmiselle ehdottoman välttämätöntä ravintoa. Osaa monityydyttymättömistä rasvahapoista, esimerkiksi arakidonihappoa, kutsutaan välttämättömiksi rasvahapoiksi. Niistä syntyy elimistössä mm. prostaglandiineja, jotka ovat tärkeitä välittäjäaineita."* s.131

Sarja C1, teksti: *"Ihmisen on saatava ravinnosta linolihappoa ja alfa-linoleenihappoa, koska elimistössä ei niitä muodostu. Pitkäketjuiset monityydyttymättömät rasvahapot, esimerkiksi arakidonihappo, muodostuvat elimistössä linolihaposta ja alfa-linoleenihaposta."* s. 53

Sarja C1, kuvateksti: *"Kun rypsiöljyä käytetään ravinnossa korvaamaan tyydyttynyttä rasvaa, se alentaa kolesterolitasoa ja varmentaa molempien välttämättömien rasvahappojen tasapainoisen saannin. Tämä on tärkeää kun pyritään ehkäisemään sydän- ja verisuonisairauksia."* s. 54

Sarja D1, teksti: *"Elimistömme ei pysty valmistamaan polytyydyttymättömiä rasvahappoja, vaan niitä on saatava ravinnosta. Tällaisia elämälle välttämättömiä eli essentiellejä rasvahappoja ovat muun muassa linolihappo ja linoleenihappo. Näitä rasvahappoja on runsaasti kalassa, pähkinöissä ja öljykasvien siemenissä. Linoli- ja linoleenihappo ovat esimerkkejä ns. omega-rasvahapoista, jotka ovat välttämättömiä esimerkiksi aivojen normaalille kehitykselle ja toiminnalle."* s. 142

Sarja D1, kuvateksti: *"Suurin osa lihavuuden terveyshaitoista johtuu vatsaontelon sisälle kertyneestä rasvasta."* s. 142

Sarja D1, teksti: *”Kovetetut kasvirasvat voivat sisältää runsaastikin terveydelle haitallisia ns. trans-rasvahappoja.”* s. 143

5.3 Oppikirja-analyysin johtopäätökset

Oppikirja-analyysin pohjalta voidaan todeta, että terveystieteitä käsitellään sekä yläkoulussa että lukiossa melko laajasti ja terveystieteen näkökulma tulee esiin monien eri aiheiden yhteydessä. Lukion kemian terveystieteitä lähestytään hyvin pitkälti lääketieteen ja ihmisen elimistö kautta. Erikoista on se, että ravitsemuksen osalta yläkoulun oppikirjojen sisältö terveystieteen näkökulmasta on jopa laajempaa mitä lukion kirjoissa, vaikka juuri lukio-ikäiset tekevät arkipäivissä enemmän ravitsemukseen liittyviä ratkaisuja itse.

Rasvat ovat terveystieteiden kontekstissa melko hyvin esillä yläkoulun oppikirjoissa. Lukion kirjasarjojen osalta ravinnon rasvat ovat terveystieteen näkökulmasta katsottuna melko pinnallisella tasolla, vaikka rasvoilla on yhtä merkittävä rooli ihmisen terveydessä, hyvinvoinnissa ja ravitsemuksessa mitä hiilihydraateilla ja proteiineilla. Mitä välttämättömiin rasvahappoihin tulee, silmiinpistävää on se, että monissa kirjasarjoissa puhutaan vain välttämättömistä rasvahapoista eikä sanaa ”omega- rasvahappo” -mainintaa käytetty kuin yhdessä kirjasarjassa. Juuri omega- nimike on se, millä terveelliset välttämättömät rasvahapot yleisesti tunnetaan ja mitä niiden markkinoinnissa käytetään.

Analyysi osoitti, että vaikka tietoa rasvoista ja niiden terveystieteiden vaikutuksista löytyy jonkin verran, kokeellisia töitä ei oppilaille ole. Myös omega- rasvahapot ja niiden terveystieteiden vaikutukset jäävät melko hataralle pohjalle. Tuloksen perusteella päätettiin kehittää kokeellisia töitä sisältävää oppimateriaalia rasvojen kemiasta terveystieteen näkökulmasta. Koska oppimateriaalin tarve on suurempi lukiossa, suunnataan se ensisijaisesti lukioon.

6 KEHITTÄMISPROSESSI

Tässä luvussa käydään läpi kehittämisprosessin osat. Tavoitteet projektina toteutettavan oppimateriaalin kehittämiseksi teoreettisten- ja empiirisen ongelma-analyysin perusteella esitellään luvussa 6.1. Kehittämisen vaiheet ja kehittämistuotos kuvataan luvussa 6.2. Kehittämisprosessin tavoitteet kumpuavat teoreettisten- ja empiirisen ongelma-analyysin (luvut 3,4 ja 5) tuloksista.

6.1 Tavoitteet

Projektioppiminen opetusmetodina on poikkeuksellinen tapa opettaa laaja-alaista osaamista kemiassa. Teoreettisen ongelma-analyysin perusteella se huomioi hyvin opetussuunnitelman perusteiden vaatimuksen kemian opetuksessa (Opetushallitus, 2014; 2015). Se on innovatiivinen, opiskelijakeskeinen lähestymistapa opetukseen, joka motivoi opiskelijaa. (Larmer et al., 2015; Bell, 2010) Se opettaa tärkeitä 2000-luvun taitoja ja valmistaa opiskelijoita menestyksekkääseen opiskeluun ja työuraan. Koska opetusmetodi on suhteellisen uusi, ei sen toteuttamiseen ole vielä juurikaan ohjeita. Tämän perusteella otetaan tässä kehittämistutkimuksessa tavoitteeksi tehdä projektioppimista hyödyntävää, opiskelijoita motivoivaa uutta opetusmateriaalia.

Terveys-konsepti liittyy läheisesti jokaisen arkipäivään, joten se koetaan motivoivana erityisesti tyttöjen osalta, joiden kiinnostus kemiaa kohtaan on laskenut (Vettenranta et al., 2016). Vaikka empiirisessä ongelma-analyysissä analysoidut kemian oppikirjat käsittelevät melko hyvin terveysaiheita kemian opetuksessa, elimistölle tärkeiden välttämättömien rasvahappojen opetus jää kuitenkin hyvin vähäiseksi, lähinnä maininnan tasolle, eikä rasvoihin liitettyjä kokeellisia töitä ole. Koska kokeellisuus on hyvin keskeinen osa kemian opetusta sekä peruskoulussa että lukiossa, on selvää, että kehitetyssä materiaalissa kokeellisuudella on merkittävä rooli. (Opetushallitus, 2014; 2015) Rasvoilla on teoreettisen ongelma-analyysin perusteella merkittäviä vaikutuksia ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Tästä kumpuaa töiden tavoite luoda kokeellisuutta sisältäviä ravinnon rasvojen projektityöohjeita, joiden tarkoitus on saada oppilaat miettimään arkipäivän

ravitsemusvalintoja rasvojen osalta, millaisia seurauksia niillä on sekä auttaa heitä rakentamaan silmää lähdekritiikille. Koska välttämättömät rasvahapot ovat yksi merkittävä tekijä hyvinvoinnin turvaamisessa, tehdään yksi työohje käsittelemään näitä.

6.2 Oppimateriaalin kehittäminen ja tuotokset

Tässä luvussa käydään läpi kolmen projektitöiden kehittämisprosessi ja esitellään tuotokset. Työt kuvataan tarkemmin luvuissa 6.2.1, 6.2.2 ja 6.2.3 ja tuotokset löytyvät liitteistä 2-10. Projektien kokeelliset työt on testattu Helsingin yliopiston Gadolin-laboratoriossa. Vaikka oppimateriaali on suunniteltu lähinnä lukioon, voi kahden ensimmäisen projektityön osia hyödyntää myös yläkoulussa.

Projektien opiskelijoiden ohjeistuksesta tehtiin kaksi versiota; avoin- ja suljettu versio. Avoin ohje kannustaa opiskelijoita omaan ajatteluun, luovuuteen ja kehittää ongelmanratkaisutaitoja sekä tieteellistä ajattelua sekä noudattaa paremmin projektioppimisprosessia. Oppilaan muodostavat itse tutkimuskysymyksensä ja etsivät työssään niihin vastaukset. Koska avoimien tehtävien teko ei välttämättä ole kaikille opiskelijoille ja opettajille tuttua, tehtiin rinnalle enemmän kysymyksiä sisältävä, suljettu opiskelijoiden ohje. Opettaja voi näistä valita, kumman projektiohjeistuksen vaikeustason hän kokee ryhmälleen sopivaksi. Kaikkiin projektiohjeisiin tehtiin kattava opettajan ohje.

6.2.1 Projektityö: Mitä on terveellinen rasva?

Tässä kokeellisessa projektityössä (liite 2 ja liite 3) tutustutaan rasvojen merkitykseen ihmisen terveyden ja hyvinvoinnin kannalta. Työn tarkoituksena on saada opiskelijat ajattelemaan millaisia rasvoja heidän kannattaisi suosia ruokavaliossaan. Projektityön pohjana on käytetty Royal Society of Chemistry- internetsivustolla julkaistua ”What is a healthy fat”- työohjetta. Työ soveltuu yläkouluun, kun käydään läpi ravinnon rasvoja tai lukion kursseille KE1 ja KE2. Teorian laajuus riippuu siitä mille kohderyhmälle projekti vedetään.

Työn alussa opiskelijat tarkkailevat millaista rasvaa he saavat päivittäin käytössä olevista ruoka-aineista ja jaottelevat ne kasvi- ja eläinperäisiin rasvoihin. Tämän tarkoitus on havainnollistaa miten paljon ja miten monesta ruuasta saamme rasvaa ruokavaliostamme. Lisäksi opiskelijat saavat ottaa mukaan tutkittavaksi oman näytteen kotoa. Tämä tuo projektityön kokeellisen osan lähemmän opiskelijan arkea. Projektityön seuraavassa vaiheessa opiskelijat etsivät itsenäisesti tietoa ravinnon rasvoista ja niiden terveellisyydestä eri lähteistä. Tämän tehtävän tarkoitus on auttaa opiskelijoita hahmottamaan kuvaa ravinnon rasvojen erilaisista luokitteluista, niiden kemiallisesta rakenteesta sekä tekemään johtopäätöksiä niiden terveellisyydestä. Tämä tehtävä antaa opettajalle tietoa siitä, millaiset asiat kiinnostavat opiskelijaryhmää. Lisäksi se harjoittaa opiskelijoiden lähdekritiikin muodostumista. Projektityön kokeellisessa osassa opiskelijat tutkivat rasvojen hapettumista. Työssä tehtävien havaintojen perusteella opiskelijat tekevät johtopäätöksiä rasvanäytteiden terveellisyydestä. Työn tarkoitus on saada opiskelijat ymmärtämään, mitkä tekijät vaikuttavat rasvojen terveellisyyteen sekä tekemään huomioita niiden säilyvyydestä. Työssä opetellaan myös hyviä laboratoriotyöskentelyn taitoja, johtopäätösten tekoa sekä arvioidaan omien koetulosten luotettavuutta. Lopuksi oppilaat kasaavat yhteenvedon oppimastaan julisteeseen, jonka tarkoitus on jakaa tieto kaikille. Tämä tuo työhön yhteiskunnallisen näkökulman.

Opettajan ohjeen (liite 4) pohjana käytettiin opiskelijan ohjetta. Ohjeeseen liitettiin mahdollisimman kattavasti tietoa, vinkkejä ja lähteitä, joita opettaja voi tarvittaessa hyödyntää parhaaksi katsomallaan tavalla. Lisäksi opettajan ohjeessa on näkyvissä kuvitettuna projektin kokeellisen työn vaiheet sekä työn testaamisessa saadut tulokset. Ohjeen loppuun liitettiin osio ”Projektityön kemiaa”, joka käy läpi siihen liittyvän kemian ja antaa lisätietoa aiheen terveydellisistä näkökulmista.

6.2.2 Projektityö: Sipseissäkö rasvaa?

Tässä kokeellisessa projektityössä (liite 5 ja liite 6) tutkitaan piilorasvan saantia, rasvojen energiaa ja niiden terveydellistä näkökulmaa sipsien avulla. Työn tarkoituksena on havainnollistaa piilorasvan runsasta saantia käyttäen esimerkkinä sipsejä sekä antaa opiskelijoille tietoa, mikä auttaa heitä tekemään terveellisempiä valintoja ruokavaliossaan.

rasvojen suhteen. Projektityön pohjana on käytetty Royal Society of Chemistry-internetsivustolla julkaistua ”Crisps”- työohjetta. Projekti soveltuu lukion kursseille KE1 ja KE2. Projektin kokeellinen osuus on jaettu kahteen osaan, joista osa 1 soveltuu kokonaisuudessaan myös yläkouluun. Osaa 2 voidaan hyödyntää yläkoulussa esimerkiksi demonstraation muodossa. Teorian laajuus sovitetaan ryhmän tason vaatimusten mukaiseksi.

Projektityön alussa opiskelijat etsivät perustietoa rasvojen kemiasta ja niiden terveysvaikutuksista. Tämän tehtävän tarkoitus on antaa opiskelijoille perustietoa rasvoista, niiden luokittelusta ja kemiallisesta rakenteesta sekä opettaa tietolähteiden käyttöä ja lähdekritiikkiä. Lisäksi opiskelijat selvittävät, mikä vaikuttaa rasvojen terveellisyys. Tämä tehtävä antaa opettajalle kuvaa siitä millaiset aiheeseen liittyvät asiat kiinnostavat opiskelijoita. Projektityön seuraavassa vaiheessa aletaan tutkia erilaisia sipsejä ja niiden ravintosisältöä kiinnittämällä huomiota erityisesti rasvan osuuteen ja laatuun. Tämä antaa opiskelijoille pohjatietoa, jota he voivat hyödyntää tehdessään tutkimustaan. Omien näytteiden tuonti tutkimuksen kohteeksi lisää opiskelijoiden motivaatiota ja liittyy tutkimusta paremmin heidän arkeen.

Ensimmäisessä kokeellisessa osassa opiskelijat tutkivat rasvojen liukoisuutta eri liuottimiin. Työssä tehtävien havaintojen perusteella opiskelijat tekevät johtopäätöksensä siitä, mikä on paras liuotin rasvalle. Tämän tarkoitus on kehittää opiskelijoiden luonnontieteellistä ajattelua. Tätä liuotinta he käyttävät projektin toisessa kokeellisessa työssä. Siinä opiskelijat erottavat sipseistä niiden sisältämän rasvan. He käyttävät kokeen aikana useita erilaisia kemiallisia erotusmenetelmiä, kuten uutto, suodatus, tislauksen ja haihdutus. Lisäksi opiskelijat arvioivat omaa työskentelytarkkuutta määrittämällä saannon. Kokeellisen työn tavoite on kehittää opiskelijoiden tutkimuksellisia taitoja, hyviä työskentelytapoja laboratoriossa sekä oppia arvioimaan oman työskentelyn tarkkuutta ja luotettavuutta. Rasvan saanto työn lopussa havainnollistaa loistavasti sen miten paljon piilorasvaa sipseissä on. Lopuksi opiskelijat kokoavat PowerPoint esityksen oppimastaan. Tämä antaa opettajalle kuvaa siitä mitä opiskelijat ovat oppineet.

Opettajan ohjeen (liite 7) pohjana käytettiin opiskelijan ohjetta. Ohjeeseen liitettiin mahdollisimman paljon tietoa, vinkkejä ja lähteitä joita opettaja voi projektia vetäessä hyödyntää parhaaksi katsomallaan tavalla. Lisäksi opettajan ohjeessa on näkyvissä kuvitettuna projektin kokeellisen työn vaiheet sekä työn testaamisessa saadut tulokset. Ohjeen loppuun liitettiin osio ”Projektityön kemialla”, joka käy läpi siihen liittyvää kemialla ja antaa lyhyen katsauksen aiheen terveystieteisiin.

6.2.3 Projektityö: Mikä ihmeen omega?

Tässä kokeellisessa projektityössä (liite 8 ja liite 9) tutustutaan välttämättömiin omega-3 rasvahappoihin ja niiden saantiin ravinnosta. Työn tarkoituksena on saada opiskelijat ymmärtämään miten tärkeä osa ravitsemuksesta ne ovat ja mitä kannattaa ottaa huomioon näiden rasvojen käytössä ja säilytyksessä. Lisäksi työn tavoite on tutustuttaa opiskelijat todelliseen tutkimustietoon ja tutkimusartikkelin lukemiseen sekä analysointiin. Projektityön runkona on käytetty Royal Society of Chemistry- internetsivustolla julkaistua ”What is a healthy fat”- työohjetta sekä siihen on sovellettu teoreettisen ongelma-analyysin lähteitä. Työ soveltuu lukion kursseille KE1 ja KE2. Projektin kokeellinen osuus on jaettu kahteen osaan, joista osan 1 opettaja voi tehdä valmiiksi, mikäli aikataulu näin vaatii. Teorian laajuus määritellään kohderyhmälle ryhmän tason mukaiseksi.

Projektityö aloitetaan pitämällä ruokapäiväkirjaa viikon ajan. Tämän tarkoitus on koota pohjatietoa omasta ruokavaliosta sekä tehdä havaintoja siitä ja liittää työ opiskelijan arkeen. Koottua tietoa hyödynnetään projektityön koonnissa. Projektityön seuraavassa vaiheessa opiskelijat etsivät itsenäisesti tietoa välttämättömistä rasvahapoista ja muodostavat niistä kysymyksiä. Tämän tehtävän tarkoitus on selvittää opiskelijoille mitä välttämättömät rasvahapot ovat ja miten omega- sana liittyy niihin. He perehtyvät rasvahappojen kemiallisiin ominaisuuksiin, rakenteeseen ja hakevat tietoa niiden terveellisyydestä ja saantisuosituksista. Samalla harjoitellaan kysymysten muodostamista sekä tuetaan lähdekritiikin muodostumista. Tehtävä antaa opettajalle tietoa siitä, millaiset asiat kiinnostavat opiskelijaryhmää ja millä lähtötaso ryhmällä on.

Projektityön ensimmäisessä kokeellisessa osassa opiskelijat suunnittelevat 2%:sen jodiliuoksen valmistamisen. Ensimmäisen osan tavoite on tuoda kokeelliseen työhön mukaan yksinkertainen kemian laskutoimitus. Toisessa osassa tutkitaan erilaisten omega-antioksidantti-yhdistelmien hapettumista hapettamalla niitä valmistetulla jodi-liuoksella. Opiskelijat saavat ottaa mukaan tutkittavaksi oman näytteen kotoa, joka tuo kokeellisen työn lähemmäs opiskelijan arkea. Toisen osan tavoite on harjoittaa kokeelliseen tutkimukseen liittyviä taitoja, kuten havainnointia ja hyviä laboratoriokäytänteitä, johtopäätösten tekoa sekä arvioidaan omien koetulosten luotettavuutta. Lisäksi tavoite on saada opiskelijat pohtimaan ja tekemään huomioita omega- rasvahappojen säilytykseen ja ravitsemukselliseen saantiin liittyen. Työn lopussa opiskelijat tutustuvat viralliseen tutkimusartikkeliin, missä kerrotaan miten rasvahappoja voidaan nykypäivänä mitata verestä. Tämän tavoite on herättää opiskelija miettimään omaa omega-3 rasvahappojen saantia ja omia ravitsemuksellisia valintoja. Samalla he tutustuvat todellisen tutkimustiedon luonteeseen sekä tutkimusartikkelin rakenteeseen, lukemiseen ja analysointiin. Lopuksi opiskelijat muodostavat ryhmissä 5 monivalintakysymystä opettajalle, joka kasaa kysymyksistä KAHOOT!- visan. Tämä antaa kuvaa siitä mitkä asiat ovat opiskelijoiden mielestä olleet tärkeitä sekä opettajalle hyvän työkalun esimerkiksi aiheen kertaamiseen.

Opettajan ohjeen (liite 10) pohjana käytettiin opiskelijan ohjetta. Ohjeeseen liitettiin mahdollisimman kattavasti tietoa teoreettisen ongelma-analyysin pohjalta. Ohje sisältää vinkkejä, lähteitä ja linkkejä joita opettaja voi hyödyntää parhaaksi katsomallaan tavalla. Lisäksi opettajan ohjeessa on näkyvissä kuvitettuna projektin kokeellisen työn vaiheet sekä työn testaamisessa saadut tulokset. Ohjeen loppuun liitettiin osio ”Projektityön kemiaa”, joka käy läpi sen eri osiin liittyvää kemiaa ja antaa lisätietoa aiheen terveydellisistä ja ravitsemuksellisista näkökulmista.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän kehittämistutkimuksen tarkoituksena oli alun perin tutkia terveystietokoulujen esiintyvyyttä kemian opetuksessa ja kehittää näihin liittyen projektioppimista tukeva opetusmateriaali. Empiirisen ongelma-analyysin alun tulosten perusteella päädyttiin kehittämään terveystietokoulusta tukevia projektiopetuskokonaisuuksia ravinnon rasvoista kemian opetukseen. Tutkimusta ohjasivat tutkimuskysymykset, joista ensimmäisen perusteella oli tarkoitus selvittää miten käytössä olevissa oppikirjasarjoissa käsitellään rasvoja terveystietokoulun kontekstissa. (luku 7.1.). Samalla kartoitettiin aiheeseen liittyvien kokeellisten töiden määrää. Toisen tutkimuskysymyksen perusteella haluttiin selvittää, millainen opetusmateriaali tukee lukion kemian opetusta rasvojen terveydellisistä vaikutuksista. (luku 7.2.) Luvussa 7.3. pohditaan tutkimuksen merkitystä.

7.1 Kartoitus ravinnon rasvojen nykytilanteesta yläkoulun ja lukion kemian opetuksessa terveystietokoulun kontekstissa

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastattiin empiirisen ongelma-analyysin eli oppikirja-analyysin perusteella. Yläkoulun oppikirjoissa ravinnon rasvat ja niiden terveystietokoukset ovat esillä suhteellisen hyvin. Lukion oppikirjojen antama kuva ravinnon rasvoista ja niiden terveystietokouksista on epätarkka, pirstaleinen ja pintapuolinen. Kokeellisia töitä ei ole. Varsinkin välttämättömät rasvahapot ja terveyden kannalta tärkeät omega-3 rasvahapot jäävät hataralle pohjalle. Oppikirjat eivät hyödynnä mielenkiintoisten rasvojen kokonaisuuden potentiaalia, jonka opiskelun merkityksellisyyttä lisää ihmisen terveyden ja ravitsemuksen konteksti.

Terveystietokoululla on hyvä näkyvyys valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa. (Opetushallitus 2014; 2015) Sen liittäminen kemian opetukseen tuo uuden näkökulman terveystietoihin. Ravitsemustietokoulma puolestaan liittää aiheen jokaisen ihmisen arkeen ja helpottaa asioiden sisäistämistä (Collins & Bielaczyc, 2004). Kemian opetuksen tulisi antaa opiskelijoille tiedollisia valmiuksia tehdä kuluttajana valintoja oman terveytensä edistämiseksi. (Opetushallitus 2014; 2015) Tuleva lukion opetussuunnitelman

perusteiden (2019) kemian osuus vastaa tähän tarpeeseen mallikkaasti (Opetushallitus 2019). Nähtäväksi jää millaisen roolin ravinnon rasvat ja niiden terveysvaikutukset tulevat saamaan uuden opetussuunnitelman pohjalta tehdyissä oppikirjoissa.

7.2 Rasvojen terveydellisten vaikutusten opetusta tukeva opetusmateriaali lukioon

Toiseen tutkimuskysymykseen lähdettiin hakemaan vastausta kahden teoreettisen ongelma-analyysin kautta. Rasvoja käsittelevän osuuden pohjalta voitiin määritellä rasvojen kemia-, ravitsemus- ja terveystietokulmia, joita voidaan soveltaa ja sisällyttää kehittämistuotokseen. Koska välttämättömillä rasvahapoilla on suuri merkitys ihmisen hyvinvoinnissa, otettiin tämä huomioon. Projektioppimista käsittelevän teoreettisen ongelma-analyysin perusteella rakennettiin kehittämistuotoksena tehtyjen opetusmateriaalien runko.

Tarve projektioppimista tukevalle opetusmateriaalille oli sitä käsittelevän teoreettisen ongelma-analyysin pohjalta ilmeinen. Projektioppiminen on koettu hyödylliseksi, mutta sen soveltaminen käytännössä kemian opetuksessa aiheuttaa epävarmuutta. (Han et al., 2015; Aksela & Haatainen, 2019) Opettajat kaipaavat koulutusta ja ohjausta uuden opetusmetodin käyttöön. Tämän kehittämistutkimuksen tuotos pyrki vastaamaan tähän tarpeeseen kemian rasvojen terveystietokasvatuksen osalta. Projektioppiminen terveystietokasvatuksen kontekstissa ottaa hyvin huomioon kemian tiedon rakentumisen ja oppilaan ymmärtävät paremmin mihin kemian osaamista tarvitaan. Koska kiinnostus luonnontieteitä kohtaan on ollut laskussa jo hetken, tarvitaan kemian opetukseen uusia tuulia. (Lavonen et al., 2008) Projektioppiminen mielenkiintoisessa kontekstissa, kuten terveystietokasvatus, on hyvä mahdollisuus vaikuttaa tähän kiinnostuksen laskuun.

Projektioppiminen toteuttaa monilta osin kemian opetussuunnitelmien perusteiden vaatimuksia. Se kouluttaa opiskelijaa aktiiviseksi ja itseohjautuvaksi kansalaiseksi. Projektioppimisen elementtien, kuten tutkimuksen suunnittelu ja toteutus, kriittinen ajattelu, ongelma-ratkaisutaitojen käyttö, päätösten teko, yhteistyö, itseohjautuva toiminta

ja reflektointi, avulla opettaja voi saavuttaa luokkansa kanssa monia opetussuunnitelmassa mainittuja tavoitteita. Siihen voidaan sisällyttää monia asioita kokeellisesta työskentelystä, teknologian käyttöön ja yhteistyöhön ulkopuolisten yhteistyökumppaneiden kanssa. Sitä käyttämällä voidaan nivoa tiedolliset irralliset osat loogiseksi kokonaisuudeksi. Tämän avulla opiskelijat saavat laajempaa osaamista ja ymmärrystä aiheesta kuin aiheesta. Koska ravinnon rasvat ovat laaja aihealue, projektioppiminen tukee hyvin kokonaiskuvan muodostamista. Opetusmateriaaleissa käytetty terveys- ja ravitsemusnäkökulma linkittää oppimisprosessin vahvasti arkipäivään, jonka avulla opiskelija voi käyttää oppimaansa tietoa hyväksi oman arkipäivän valinnoissa. Tämä lisää oppimisen mielekkyyttä.

Tuotetussa opetusmateriaalissa pyryttiin ottamaan huomioon sekä opettajien että opiskelijoiden tarpeet ja huolet projektioppimiseen liittyen. Kehitetyistä projektityöohjeista tehtiin kaksi versiota, joista suljettu on lähempänä tuttua ja turvallista tapaa opettaa kemiaa. Se ohjaa hieman enemmän työn kulkua kuin avoin ohje. Suljetussa ohjeessa noudatetaan kuitenkin projektioppimisprosessin vaiheita ja kannustetaan opiskelijoita kysymysten muodostamiseen sekä jätetään mahdollisuus valita ja vaikuttaa tutkimukseen. Avoin ohje on lähempänä varsinaista projektioppimista. Opettajien materiaaleihin kasattiin mahdollisimman laajasti tietoa niin että he tunsivat olonsa varmemmaksi työn ohjaamisen suhteen. Kaikki työt on linkitetty vahvasti opiskelijoiden arkipäivään. Niitä toteutettaessa huomioidaan opiskelijoiden aiempi tietämys aiheesta, jolloin voidaan rakentaa uutta tietoa vanhan päälle. Luotu opetusmateriaali pyrki ottamaan huomioon mahdollisimman hyvin nykytilanteen vaatimukset. Se ei välttämättä ohjaa vielä opettajia tekemään täydellisen avointa projektioppimisprosessia, mutta se auttaa opettajia ottamaan askeleen uuteen suuntaan.

7.3 Tutkimuksen merkitys

Tämän kehittämistutkimuksen merkitys näkyy monella eri tavalla. Tutkimuksen rasvoin liittyvä empiirinen ongelma-analyysi antaa tärkeitä selityksiä rasvojen ja välttämättömien rasvahappojen terveysvaikutuksille. Projektioppiminen on vähitellen Suomen kouluihin rantautuva opetusmetodi, jonka toteuttamiseen opettajat kaipaavat ohjausta, tukea ja

materiaalia, jota tämä tutkimus on tuottanut (Aksela & Haatainen, 2019; Han et al., 2015). Opetusmateriaalin käyttö opetuksessa harjoittaa opiskelijoiden monia tärkeitä taitoja mitä jatko-opinnoissa, uran rakentamisessa ja nyky-yhteiskunnassa tarvitaan. Se tukee lähdekritiikin muodostumista mikä on nykyajan tietotulvassa elinehto. Se herättää opiskelijoita miettimään omia ravitsemuksellisia valintojaan ja niiden seurauksia. Ihmiset voisivat hyvin paljon vaikuttaa omaan terveydentilaansa tekemällä erilaisia ravitsemuksellisia valintoja. (Clayton, 2013) Tällä on suora vaikutus myös yhteiskunnan talouteen.

Tämän kehittämistutkimuksen jatkona olisi hyvä testata luotujen opetusmateriaalien toimivuus oppilasryhmillä. Se on samalla tämän työn suurin puute. Tutkimuksessa voisi koota palautetta sekä opettajilta että opiskelijoilta. Sen avulla voisi mitata esimerkiksi töiden käytännötoimivuutta, opettajien asennetta erilaiseen lähestymistapaan sekä opiskelijoiden oppimiskokemuksia ja innostusta. Palautteen perusteella opetusmateriaalia voitaisiin kehittää eteenpäin. Mielenkiintoista olisi myös myöhemmin tutkia miten tulevan lukion opetussuunnitelman perusteiden (2019) muutokset näkyvät oppikirjoissa ja verrata ravinnon rasvojen ja niiden terveysvaikutusten näkyvyyttä niissä tämän tutkimuksen empiirisessä ongelma-analyysissä saatuihin tuloksiin.

Tällä kehittämistutkimuksella on sekä tiedollinen että taidollinen merkitys. Tehty opetusmateriaali tuo kokeellisuutta rasvojen ja niiden terveellisuuden opetukseen sekä tärkeää tietoa niiden ravitsemuksellisesta arvosta. Se antaa opettajalle matalan kynnyksen vaihtoehdon ottaa ensimmäisiä askelia kohti projektioppimista. Kokeellisten töiden järjestelyt eivät vaadi koululta suuria resursseja. Vaikka kehitetty opetusmateriaali käsittelee vain rasvojen kemialla terveystieteiden kontekstissa, sen runkoa voidaan soveltaa myös muihin kemian aihealueisiin suunniteltaessa oppilaslähtöisiä projektioppimisprosessia hyödyntäviä opetuskokonaisuuksia luokkahuoneeseen. Koska ravinnon rasvojen terveysvaikutusten käsittelyyn ei ole juurikaan projektioppimismateriaalia tarjolla, uusien ideoiden ja töiden luomisella on suuri merkitys.

Lähteet

- Aksela, M. K., & Haatainen, O. M. (2019). Project-Based Learning (PBL) in Practise: Active Teachers' Views of Its' Advantages And Challenges. Artikkel julkaisu: *The 5th International STEM in Education Conference Post-Conference Proceedings: Integrated Education for the Real World*, 9-16.
- Aksela, M. & Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus pro gradu -tutkielman tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (s.181-200). Juva: PS-kustannus.
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- Ameur, A., Enroth, S., Johansson, A., Ghazal, Z., Igl, W., Johansson, A., Rivas, M., Daly, M., Schmitz, G., Hicks, A., Meitinger, T., Feuk, L., van Duijn, C., Oostra, B., Pramstaller, P., Rudan, I., Wright, A., Wilson, J., Campbell, H. & Gyllenstein U. (2012). Genetic adaptation of fatty-acid metabolism: a human-specific haplotype increasing the biosynthesis of long-chain omega-3 and omega-6 fatty acids. *American Journal of Human Genetics*, 90(5), 809-820.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Bilgin, I., Karakuyu, Y., & Ay, Y. (2015). The effects of project-based learning on undergraduate students' achievement and self-efficacy beliefs towards science teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(3), 469-477.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Burdge, G.C., Jones, A.E., Wootton, S.A. (2002). Eicosapentaenoic and docosapentaenoic acids are the principal products of α -linolenic acid metabolism in young men. *British Journal of Nutrition*, 88(4), 355-364.

- Burdge, G.C., Wootton, S.A. (2002). Conversion of α -linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. *British Journal of Nutrition*, 88(4), 411-420.
- Campbell, M. (1999). *Biochemistry*, 3rd Edition. Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Campbell, N. & Reece, J. (2005). *Biology*, 7th Edition. San Francisco: Pearson, Benjamin Cummings.
- Clayton, P. (2013). *Out of fire: Why chronic Inflammation is the root of all disease and how to put out the flames*. (New edition) Hong Kong: PharmacoNutrition Press.
- Collins, A. (1992). Towards a design science education. Kirjassa E. Scanlon & T. O'Shea (toim.), *New directions in educational technology* (s. 15-22). Berliini: Springer.
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Coulter, T.P. (1996). *Food: The Chemistry of Its Components*, 3rd Edition. London: RSC Paperbacks.
- Das, U.N. (2003). Long-chain polyunsaturated fatty acids in the growth and development of the brain and memory. *Nutrition*. 19(1), 62-65.
- de Roos, NM., Bots ML. & Katan, MB. (2001). Replacement of dietary saturated fatty acids by trans fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in healthy men and women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.*, 21(7), 1233-1237.
- Design Research* (s. 156-165). Abingdon, Oxon: Routledge.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An emerging Paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Edelson, D.C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of Learning Sciences* 11, 105-121.
- Edelson, D.C. (2006). What we learn when we engage in design: Implications for assessing design research. Teoksessa J. van den Akker, K. Gravemeijer, S., McKenney & N. Nieveen, *Education*

- European Food Safety Authority, EFSA. (2017). Dietary reference values for nutrients: Summary report. *EFSA supporting publication*, 14(12), 11-24.
- Farvid, M.S., Ding, M., Pan, A., Sun, Q., Chiuve, S. E., Steffen L.M., Willett, W.C. & Hu, F.B. (2014). Dietary linoleic acid and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies, *Circulation*, 130(18), 1568-1578.
- Han, S. Y., Yalvac, B., Capraro, M. M., Capraro, R. M. (2015). In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 11(1), 63-76.
- Harris, W.S. & Von Schacky, M.D. (2004) The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease?, *Preventive Medicine*, 39(1), 212-220.
- Headden, S. & McKay, S. (2015). Motivation Matters: How New Research Can Help Teachers Boost Student Engagement. *Carnegie Foundation for Advancement of Teaching*.
 Noudettu 26. helmikuuta 2020 osoitteesta:
<https://www.carnegiefoundation.org/resources/publications/motivation-matters-how-new-research-can-help-teachers-boost-student-engagement/>
- Heino, J., Vuento, M. (2002). *Solubiologia*. Helsinki: WSOY.
- Helldán, A., Raulio, S., Kosola, M., Tapanainen, H., Ovaskainen, M-L. & Virtanen, S. (2013). *Finravinto 2012 –tutkimus - The National FINDIET 2012 Survey*. THL Raportti 16/2013. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.
- Higdon, J., Drake, V., Angelo, G., & Delage, B. (2019). Essential Fatty Acids. Noudettu 16. elokuuta 2019, osoitteesta Linus Pauling Institute. Noudettu 3. tammikuuta 2020 osoitteesta: <https://lpi.oregonstate.edu/mic/other-nutrients/essential-fatty-acids>
- Hiltunen, E., Holmberg, P., Jyväsjärvi, E., Kaikkonen, M., Lindblom-Yläne, S., Nienstedt, W. ja Wähälä, K. (2007). *Galenos: Ihmiselimistö kohtaa ympäristön*. Helsinki: WSOY.
- Hulleman, Chris S. and Judith M. Harackiewicz. (2009). “Promoting Interest and Performance in High School Science Class.” *Science* 326, no. 5958. s. 1410-12.
- Jeffrey, B. G., Weisinger, H. S., Neuringer, M. & Mitcheli, D. C. (2001). The role of docosahexaenoic acid in retinal function. *Lipids*. 36(9), 859-871.

- Juuti, K. & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: one step towards methodology. *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 54-68.
- Laidlaw, M. & Holub B. (2003). Effects of Supplementation With Fish Oil-derived N-3 Fatty Acids and [gamma]-linolenic Acid On Circulating Plasma Lipids and Fatty Acid Profiles in Women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1(77), 37-42.
- Larmer, J., Mergendoller, J. & Boss, S. (2015). Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction. Virginia: ASCD
- Lavonen, J., Byman, R., Uitto, A., Juuti, K. & Meisalo, V. (2008). Students' Interest and Experiences in Physics and Chemistry Related Themes: Reflections Based on a ROSE-Survey in Finland. *Themes in Science and Technology Education*, 1(1), 7-36.
- Lemaitre, R., King, I., Mozaffarian, D., Kuller, L., Tracy, R. & Siscovick, D. (2003). N-3 Polyunsaturated Fatty Acids, Fatal Ischemic Heart Disease, and Nonfatal Myocardial Infarction in Older Adults: The Cardiovascular Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2(77), 319-325.
- Luopa, P., Lommi, A., Kinnunen, T. & Jokela, J. (2010). Nuorten hyvinvointi Suomessa 2000-luvulla. Kouluterveyskysely 2000–2009. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL), Raportti 20/2010. Helsinki.
- Kingston, S. (2018). Project Based Learning & Student Achievement: What Does the Research Tell Us? *PBL Evidence Matters*, 1(1), 1-11.
- Kuriki, K., Nagaya, T., Tokodome, Y., Imaeda, N., Fujiwara, N., Sato, J., Goto, C., Ikeda, M., Maki, S., Tajima K. & Tokudome S. (2003) Plasma Concentrations of (n-3) Highly Unsaturated Fatty Acids Are Good Biomarkers of Relative Dietary Fatty Acid Intakes: A Cross-sectional Study. *The Journal of Nutrition*, 11(133), 3643-3650.
- Marangoni, F. (2004). A method for the direct evaluation of the fatty acid status in a drop of blood from a fingertip in humans: Applicability to nutritional and epidemiological studies. *Analytical Biochemistry*, 326(2), 267-272.
- McMurry, J. (2011). *Fundamentals of organic chemistry*, 7th Edition. Belmont, Calif: Brooks/Cole/Cengage Learning.

Mentzer, G.A., Czerniak, C.M. & Brooks, L. (2017). An Examination of Teacher Understanding of Project Based Science as a Result of Participating in an Extended Professional Development Program: Implications for Implementation. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 76-86.

Nordic Council of Minister (2014). Nordic Nutrition Recommendation 2012, Integrating nutrition and physical activity, 5th Edition. Kööpenhamina: Nord, 217-247. Noudettu 3. tammikuuta 2020, osoitteesta Ruokavirasto – Finnish Food Authority, <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset/nordic-nutrition-recommendations-2012.pdf>

Ojala, K. (2004). Nuorten ruokatottumusten muutoksia 1986–2002, Teoksessa L. Kannas (toim.), *Koululaisten terveys ja terveystäytyminen muutoksessa: WHO koululaistutkimus 20 vuotta* (s. 79-111). Jyväskylän yliopisto: Terveystien edistämisen tutkimuskeskus.

Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki: Opetushallitus.

Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Helsinki: Opetushallitus.

Opetushallitus. (2019). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019*. Helsinki: Opetushallitus.

Parletta, N., Niyonsenga, T. & Duff, J. (2016). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acid levels and correlations with symptoms in children with attention deficit hyperactivity disorder, autistic spectrum disorder and typically developing controls. *PLoS One*, 11(5). Noudettu 1. maaliskuuta 2020 osoitteesta <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0156432>

Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (s.9-26). Juva: PS-kustannus.

Royal Society of Chemistry. Crisps. Noudettu 28. helmikuuta 2020 osoitteesta: <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000788/crisps>

Royal Society of Chemistry. What is a healthy fat. Noudettu 28. helmikuuta 2020 osoitteesta <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000122/afl-what-is-a-healthy-fat>

Saga, L.C., Liland, K.H., Leistad, R.B., Reimers, A. & Rukke, E-O. (2012). Relating Fatty Acid Composition in Human Fingertip Blood to Age, Gender, Nationality and N -3 Supplementation in the Scandinavian Population. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 7(63) 790-795.

Serhan, C.N., Chiang, N., Dalli, J. (2015). The resolution code of acute inflammation: novel pro-resolving lipid mediators in resolution. *Seminars in immunology*, 27(3), 200-215.

Servant-Miklos, V., Norman, G., Schmidt, H. (2019). A Short Intellectual History of Problem-Based Learning. Teoksessa M. Moallem, W. Hung & N. Dabbagh (toim.), *The Wiley handbook of Problem-Based learning* (s.3-24). Hoboken: WILEY Blackwell.

Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.

Simopoulos, A. P. (2004). Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food reviews international*, 20(1), 77-90.

Stark, K. D., Van Elswyk, M. E., Higgins, M. R., Weatherford, C. A., & Salem Jr, N. (2016). Global survey of the omega-3 fatty acids, docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid in the blood stream of healthy adults. *Progress in lipid research*, 63, 132-152.

Thomas, J. W. (2000). A review of research on PBL.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2013). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. (10. painos). Vantaa: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Uusikylä, K. & Atjonen, P. (2007). *Didaktiikan perusteet*. (3.-4. painos) Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Vahdaninia, M., Mackenzie, H., Dean, T. & Helps, S. (2019). Omega-3 LCPUFA supplementation during pregnancy and risk of allergic outcomes or sensitization in

offspring: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 122(3), 302-313.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta (2014). *Terveyttä ruoasta: suomalaiset ravitsemussuositukset 2014*. (5. painos). Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M-P. (2016). PISA 2015, ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.

Vollhardt, K. Peter C., Schore, Neil E. (2002). *Organic Chemistry: structure and function 4th edition*. New York: W.H. Freeman and Company.

Wenkui, L. & Lee, M.S. (2014). *Dried Blood Spots: Applications and Techniques*, 1st Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

World Health Organization. *WHO | 5. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases*. WHO. Noudettu 28. helmikuuta 2020, osoitteesta https://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrient/en/index12.html

Yeager, D. S., Purdie-Vaughns, V., Garcia, J., Apfel, N., Brzustoski, P., Master, A., Hessert, W. T., Williams, M. E. & Cohen, G. L. (2014). Breaking the cycle of mistrust: Wise interventions to provide critical feedback across the racial divide. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 804-824.

Liitteet

LIITE 1: TUTKITUT KEMIAN OPPIKIRJAT

YLÄKOULU

E1: Happonen, J., Heinonen M., Muilu, H., Nyrhinen, K. ja Saarinen, H. 2011. *Avain – Kemia 1*. Helsinki: Otava

E2: Happonen, J., Heinonen M., Muilu, H., Nyrhinen, K. ja Saarinen, H. 2012. *Avain – Kemia 2*. Helsinki: Otava

E3: Happonen, J., Heinonen M., Muilu, H., Nyrhinen, K. ja Saarinen, H. 2013. *Avain – Kemia 3*. Helsinki: Otava

F1: Aspholm, S., Hirvonen, H., Hongisto, J., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H. ja Viiri, J. 2008. *Aine ja energia – Kemian tietokirja*. Helsinki: WSOY.

G1: Kangaskorte, A., Lavonen, J., Penttilä, A., Pikkarainen, O., Saari, H., Sirviö, J., Vakkilainen, K-M. ja Viiri, J. 2015. *FyKe 7-9 – Kemia*. Helsinki: SanomaPro.

LUKIO

A1: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M. ja Rassi, M. 2011. *Neon 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Edita.

A2: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M. ja Rassi, M. 2012. *Neon 2 – Kemian mikromaailma*. Helsinki: Edita.

A3: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M. ja Rassi, M. 2014. *Neon 3 – Reaktiot ja energia*. Helsinki: Edita.

A4: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M. ja Rassi, M. 2014. *Neon 4 – Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Edita.

A5: Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M. ja Rassi, M. 2008. *Neon 5 – Reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: Edita.

- B1: Kaila, L. Meriläinen, P., Ojala, P. ja Pihko, P. 2015. *Lukion kemia - REAKTIO 1, Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Sanoma Pro.
- B2: Kaila, L. Meriläinen, P., Ojala, P. ja Pihko, P. 2015. *Lukion kemia - REAKTIO 2, Kemian mikromaailma*. Helsinki: Sanoma Pro.
- B3: Kaila, L. Meriläinen, P., Ojala, P. ja Pihko, P. 2015. *Lukion kemia - REAKTIO 3, Reaktiot ja energia*. Helsinki: Sanoma Pro.
- B4: Kaila, L. Meriläinen, P., Ojala, P. ja Pihko, P. 2015. *Lukion kemia - REAKTIO 4, Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Sanoma Pro.
- B5: Kaila, L. Meriläinen, P., Ojala, P. ja Pihko, P. 2015. *Lukion kemia - REAKTIO 5, Reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: Sanoma Pro.
- C1: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L. ja Mäkelä, R. 2007. *Kemisti 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: WSOY.
- C2: Lampiselkä, J., Sorjonen, T., Vakkilainen, K-M., Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L. ja Mäkelä, R. 2004. *Kemisti 2 – Kemian mikromaailma*. Helsinki: WSOY.
- C3: Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Lampiselkä, J., Mäkelä, R., Sorjonen, T. ja Vakkilainen, K-M. 2008. *Kemisti 3 – Reaktiot ja energia*. Helsinki: WSOY.
- C4: Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Lampiselkä, J., Mäkelä, R., Sorjonen, T. ja Vakkilainen, K-M. 2006. *Kemisti 4 – Metallit ja materiaalit*. Helsinki: WSOY.
- C5: Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Lampiselkä, J., Mäkelä, R., Sorjonen, T. ja Vakkilainen, K-M. 2007. *Kemisti 5 – Reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: WSOY.
- D1: Lehtimäki, K. ja Turpeenoja, L. 2009. *Mooli 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia*. Helsinki: Otava.
- D2: Lehtimäki, K. ja Turpeenoja, L. 2005. *Mooli 2 – Kemian mikromaailma*. Helsinki: Otava.
- D3: Lehtimäki, K. ja Turpeenoja, L. 2005. *Mooli 3 – Reaktiot ja energia*. Helsinki: Otava.
- D4: Lehtimäki, K. ja Turpeenoja, L. 2006. *Mooli 4 – Metallit ja materiaalit*. Helsinki: Otava.
- D5: Lehtimäki, K. ja Turpeenoja, L. 2006. *Mooli 5 – Reaktiot ja tasapaino*. Helsinki: Otava.

MITÄ ON TERVEELLINEN RASVA?

TAUSTAA

Rasvat ovat välttämätön osa ruokavaliotamme. Elimistömme tarvitsee rasvoja muun muassa valmistaakseen hormoneja ja pitääkseen lämpöä yllä. Koska paljon rasvaa sisältävät ruuat maistuvat usein hyvältä ja ovat halpoja sekä helppoja ostaa, me päädymme syömään enemmän rasvaa mitä tarvitsemme. Jokainen voi arjen pienillä valinnoilla vaikuttaa siihen millaisia rasvoja ravinnostaan saa. Tämän työn tarkoitus on antaa sinulle tietoa tehdä näitä valintoja ja vaikuttaa positiivisesti omaan terveyteen ja hyvinvointiin.

RUOKAVALIONI RASVOJEN TUTKINTAA

Tutki muutamia päivittäin käytössäsi olevien ruoka-aineiden tuoteselosteita ja kirjaa ylös mitä rasvoja ne sisältävät. Listaa, mitkä päivittäin käyttämäsi ruoka-aineet sisältävät eläinrasvoja ja mitkä kasvirasvoja. Laita myös ylös paljonko syöt kalaa ja millaista kalaa syöt.

Jos haluat voit tuoda kotoa seuraavalle tunnille 25 ml jotain rasvaa tai öljyä. Varastoi rasvanäyte mieluiten kierrekorkkiseen säiliöön.

MITÄ RASVAT OIKEIN OVAT?

Tutkikaa ryhmissä mitä tietoa rasvoista ja niiden terveellisyydestä löydätte oppikirjasta, internetistä, lehdistä ja kirjoista. Muistakaa pohtia myös onko lähde luotettava.

KOKEELLINEN TUTKIMUS: TERVEELLISTÄ VAI EI?

Työn tarkoituksena on tutkia mitkä näytteinä olevista rasvoista ovat terveellisimpiä.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 5 ml sulatettua rasvaa tai öljyä
- Koeputkiteline
- Yksi pipetti per rasva tai öljy näytteen mittaamiseen
- Yksi koeputki per rasva tai öljy
- 2% jodi, kaliumjodidi-liuos
- Valkoinen paperi taustaksi
- Sekuntikello
- 250 ml dekanterilasi
- Lämpömittari
- Kuumaa vettä (noin 70-80 °C)

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla. Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

TYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Ennen työn suoritusta, suunnittele sen toteutus numeroimalla työvaiheet avoimesta ohjeesta.

Näytteen numero	Näyte	Mitattu aika	Havainnot

Täytä taulukkoon näytteenä toimivien rasvojen ja öljyjen nimet sekä numeroi koeputket vastaamaan taulukon numeroita. Laita 250 ml vettä dekanterilasiin ja lämmitä se noin 70-80°C. Sulata kiinteät näytteet. Laita 5 ml tutkittavaa rasvaa tai öljyä sille numeroidun koeputken pohjalle. Lisää TARKASTI 3 tippaa jodiliuosta putkeen ja ravista putkea. Upota koeputki dekanterilasiin, jossa on kuumaa vettä. Käynnistä sekuntikello ja pysäytä se, kun punainen väri häviää. Merkitse ylös kulunut aika. Toista sama muilla näytteillä. Käytä aina puhdasta koeputkea.

TULOSTEN KOONTI

Pohtikaa tehtyjä havaintoja, mihin tutkimus kemiallisesti perustuu ja millaisia päätelmiä havaintojen perusteella voi tehdä tutkittujen rasvojen terveellisyydestä.

JAA TIETOSI MUILLE - JULISTE

Tee kootun tiedon perusteella ryhmässä julisteen, johon kasaat ruokavaliosuosituksia rasvoista muille. Julisteen voi nimetä iskevästi ja siinä on lupa käyttää luovuutta. Kerätyn tiedon ja alla olevien kysymysten avulla voit tehdä julisteen joka pysäyttää ohikulkijansa. Tietoa kysymyksiin voit etsiä käytössäsi olevasta oppikirjasta, internetistä, lehdistä ja kirjoista.

Ja lopuksi vielä tärkein; kirjoita itsellesi ylös mitä valintoja voisit tehdä toisin oman ruokavaliosi kohdalla?

MITÄ ON TERVEELLINEN RASVA?

TAUSTAA

Rasvat ovat välttämätön osa ruokavaliotamme. Elimistömme tarvitsee rasvoja muun muassa valmistaakseen hormoneja ja pitääkseen lämpöä yllä. Koska paljon rasvaa sisältävät ruuat maistuvat usein hyvältä ja ovat halpoja sekä helppoja ostaa, me päädymme syömään enemmän rasvaa mitä tarvitsemme. Jokainen voi arjen pienillä valinnoilla vaikuttaa siihen millaisia rasvoja ravinnostaan saa. Tämän työn tarkoitus on antaa sinulle tietoa tehdä näitä valintoja ja vaikuttaa positiivisesti omaan terveyteen ja hyvinvointiin.

RUOKAVALIONI RASVOJEN TUTKINTAA

Tutki muutamia päivittäin käytössäsi olevien ruoka-aineiden tuoteselosteita ja kirjaa ylös mitä rasvoja ne sisältävät. Listaa, mitkä päivittäin käyttämäsi ruoka-aineet sisältävät eläinrasvoja ja mitkä kasvirasvoja. Laita myös ylös paljonko syöt kalaa ja millaista kalaa syöt.

Jos haluat voit tuoda kotoa seuraavalle tunnille 25 ml jotain rasvaa tai öljyä. Varastoi rasvanäyte mieluiten kierrekorkkiseen säiliöön.

MITÄ RASVAT OIKEIN OVAT?

Tutkikaa ryhmissä mitä tietoa rasvoista ja niiden terveellisyydestä löydätte oppikirjasta, internetistä, lehdistä ja kirjoista. Muistakaa pohtia myös onko lähde luotettava. Vastatkaa ainakin seuraaviin kysymyksiin:

- Millainen kemiallinen rakenne on rasvoilla?
- Millaisia ovat kemialliselta rakenteeltaan tyydyttyneet, kerta-tyydyttymättömät ja monityydyttymättömät rasvahapot? Mitä eroa niillä on?
- Mitä ovat transrasvat?
- Mikä tekee rasvasta terveellisen ja miksi?
- Mitä ovat omega-3 ja omega-6 rasvahapot ja miksi ne ovat elimistön ja hyvinvoinnin kannalta tärkeitä?

KOKEELLINEN TUTKIMUS: TERVEELLISTÄ VAI EI?

Työn tarkoituksena on tutkia mitkä näytteinä olevista rasvoista ovat terveellisimpiä.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 5 ml sulatettua rasvaa tai öljyä
- Koeputkiteline
- Yksi pipetti per rasva tai öljy näytteen mittaamiseen
- Yksi koeputki per rasva tai öljy
- 2% jodi, kaliumjodidi-liuos
- Valkoinen paperi taustaksi
- Sekuntikello
- 250 ml dekanterilasi
- Lämpömittari
- Kuumaa vettä (noin 70-80 °C)

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.
Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

TYÖN VAIHEET

- Laita 250 ml vettä dekantterilasiin ja lämmitä se noin 70-80°C
- Täytä alla olevaan taulukkoon näytteenä toimivien rasvojen ja öljyjen nimet sekä numeroi koeputket vastaamaan taulukon numeroita.

Näytteen numero	Näyte	Mitattu aika	Havainnot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- Sulata kiinteät näytteet.
- Laita 5 ml tutkittavaa rasvaa tai öljyä sille numeroidun koeputken pohjalle.
- Lisää TARKASTI 3 tippaa jodiliuosta putkeen ja ravista putkea.
- Upota koeputki dekantterilasiin, jossa on kuumaa vettä.
- Käynnistä sekuntikello
- Pysäytä sekuntikello, kun punainen väri häviää. Merkitse ylös kulunut aika
- Toista sama muilla näytteillä. Käytä aina puhdasta koeputkea.

TULOSTEN KOONTI

Pohtikaa tuloksia tutkimusryhmässänne ja vastatkaa seuraaviin kysymyksiin.

- Mikä rasva hävitti värin nopeimmin ja mikä hitaimmin?
- Mihin värinmuutos perustuu ja mitä siinä tapahtuu?
- Mitkä tekijät voivat vaikuttaa tuloksiin?
- Mikä testatuista rasvoista on ”terveellisin”?

JAA TIETOSI MUILLE - JULISTE

Tee kootun tiedon perusteella ryhmässä julisteen, johon kasaat ruokavaliosuosituksia rasvoista muille. Julisteen voi nimetä iskevästi ja siinä on lupa käyttää luovuutta. Kerätyn tiedon ja alla olevien kysymysten avulla voit tehdä julisteen joka pysäyttää ohikulkijansa. Tietoa kysymyksiin voit etsiä käytössäsi olevasta oppikirjasta, internetistä, lehdistä ja kirjoista.

- Paljonko energiaa rasvasta pitäisi maksimissaan saada vuorokaudessa suositusten mukaan?
- Millaisia rasvoja ihmisten kannattaisi suosia ja mistä näitä rasvoja saa?
- Mikä on virallinen ravitsemussuositus kalan syönnin suhteen?
- Mitä kannattaa huomioida rasvojen säilytyksessä kotona?
- Miten kalaöljyjen säilyvyyttä yritetään parantaa?

Ja lopuksi vielä tärkein; kirjoita vihkoon mitä valintoja voisit tehdä toisin oman ruokavaliosi kohdalla?

MITÄ ON TERVEELLINEN RASVA?

KOHDERYHMÄ: Työ soveltuu yläkouluun tai lukion kursseille KE1 ja KE2. Teorian laajuus riippuu siitä mille kohderyhmälle projektityö vedetään. Työstä on tehty kaksi erilaista ohjetta, suljettu ja avoin ohje, joista opettaja voi valita omalle ryhmälleen sopivamman tavan toteuttaa työ.

KESTO: Koko työ kestää noin 2 tuntia. Kokeellisen osuuden kestoon vaikuttaa näytteiden määrällä; mitä enemmän näytteitä sitä enemmän aikaa vaaditaan.

MOTIVAATIO: Työ liittyy arkipäivää kemian opiskeluun ja havainnollistaa terveellisten valintojen merkitystä ruokavaliossa.

TAVOITE: Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia miten rasvat eroavat toisistaan ja miten se vaikuttaa niiden terveellisyyteen. Työn tavoite on auttaa opiskelijoita kiinnittämään huomiota oman ruokavalionsa rasvoihin ja niiden laatuun niin että he voivat tehdä terveellisiä valintoja rasvojen suhteen arkipäivissään. Työn vahvistaa opiskelijan tutkimuksellisia taitoja; kysymysten muodostamista, tulosten käsittelyä ja tulkitsemista sekä tietolähteiden käyttöä ja lähdekritiikkiä. Lisäksi työn tavoite on kehittää opiskelijan ongelmanratkaisutaitoja, vuorovaikutustaitoja, hyviä työskentelytapoja laboratoriossa.

AVAINSANAT: Ravinto – Rasvat – Terveellisyys – Hapettuminen – Kaksoissidos – Tyydyttyneisyys

Vinkki:

<https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/105?articlesBySameAuthorPage=2>

TAUSTAA

Rasvat ovat välttämätön osa ruokavaliotamme. Elimistömme tarvitsee rasvoja muun muassa valmistaakseen hormoneja ja pitääkseen lämpöä yllä. Koska paljon rasvaa sisältävät ruuat maistuvat usein hyvältä ja ovat halpoja sekä helppoja ostaa, me päädymme syömään enemmän rasvaa mitä tarvitsemme. Jokainen voi arjen pienillä valinnoilla vaikuttaa siihen millaisia rasvoja ravinnostaan saa. Tämän työn tarkoitus on antaa sinulle tietoa tehdä näitä valintoja ja vaikuttaa positiivisesti omaan terveyteen ja hyvinvointiin.

PROJEKTIN TOTEUTUS

KOTITEHTÄVÄ OPPILAILLE: RUOKAVALIONI RASVOJEN TUTKINTAA

Tutki muutamia päivittäin käytössäsi olevien ruoka-aineiden tuoteselosteita ja kirjaa ylös mitä rasvoja ne sisältävät. Listaa, mitkä päivittäin käyttämäsi ruoka-aineet sisältävät eläinrasvoja ja mitkä kasvirasvoja. Laita myös ylös paljonko syöt kalaa ja millaista kalaa syöt.

Jos haluat voit tuoda kotoa seuraavalle tunnille 25 ml jotain rasvaa tai öljyä. Varastoi rasvanäyte mieluiten kierrekorokkiseen säiliöön.

TYÖHÖN VIRITTÄVÄ TEHTÄVÄ

Tehdään taululle käsitekartta opiskelijoiden listaamista rasvoista ja mietitään mistä niitä saadaan. Käsitekartta-esimerkki on annettu alla.

Kun ryhmät ovat nämä tehneet, kasataan taululle esimerkki jokaisen ryhmän rasvahaposta ja käydään läpi mitä ovat omega-3 ja omega-6 rasvahapot. Tämän jälkeen ryhmät voivat siirtyä projektin kokeelliseen osuuteen.

KOKEELLINEN TUTKIMUS: TERVEELLISTÄ VAI EI?

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 5 ml sulatettua rasvaa tai öljyä
- Koeputkiteline
- Yksi pipetti per rasva tai öljy näytteen mittaamiseen
- Yksi koeputki per rasva tai öljy
- 2% jodi, kaliumjodidi-liuos
- Valkoinen paperi taustaksi
- Sekuntikello
- 250 ml dekantterilasi
- Lämpömittari
- Kuumaa vettä (noin 70-80 °C)



TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.
Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

TYÖN VAIHEET

- Lämmitä dekantterilasissa oleva vesi noin 70-80 °C:een
- Täytä alla olevaan taulukkoon näytteenä toimivien rasvojen ja öljyjen nimet sekä numeroi koeputket vastaamaan taulukon numeroita.

Näytteen numero	Näyte	Mitattu aika	Havainnot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- Sulata kiinteät näytteet.
- Laita 5 ml rasvaa tai öljyä koeputken pohjalle.
- Lisää tarkasti 3 tippaa jodiliuosta putkeen ja ravista putkea.
- Upota koeputki dekantterilasiin, jossa on kuumaa vettä.
- Käynnistä sekuntikello
- Pysäytä sekuntikello, kun punainen väri häviää. Merkitse ylös kulunut aika.
- Toista sama muilla näytteillä. Käytä aina puhdasta koeputkea.



Seuraavassa taulukossa on esimerkkejä eri näytteiden tuloksista:

Näytteen numero	Näyte	Mitattu aika	Havainnot
1	Voi	-	Ei vaihda edes kunnolla väriä jodista.
2	Kalaöljy	noin 1 min 45 s.	Selkeä pääte piste, nopein muutos
3	Maapähkinäöljy	noin 3 min	Vaalea öljy, helppo nähdä pääte piste
4	Rypsiöljy	noin 3 min 30 s.	Saa olla tarkkana loppupistettä määrittäessä.
5	Auringonkukkaöljy	noin 1 min 50 s.	Selkeästi nopein kasviöljy
6	Rapsiöljy	noin 3 min	Saa olla tarkkana loppupistettä määrittäessä.
7	Oliiviöljy	noin 4 min	Vaikea määrittää loppupistettä, koska tumma öljy.
8	Kookosrasva	yli 5 min	Jää tasaisen punaiseksi.

VINKKEJÄ JA HUOMIOITA TYÖHÖN

- Koska seurataan rasvojen ja öljyjen hapettumista, näytteiden olisi hyvä olla suhteellisen tuoreita ja oikein säilytettyjä. Tuloksiin vaikuttaa se miten vanhaa öljy on, koska se voi olla jo valmiiksi hieman hapettunutta.
- Joistain näytteistä on hankalampi määrittää silmämääräisesti loppupistettä joten jos näytteitä on vain muutama, kannattaa valita selkeät mutta kuitenkin paljon käytettävät vaihtoehdot, kuten voi, kalaöljy, rypsiöljy ja oliiviöljy.
- Huolehdi, että jodi-liuos on juuri valmistettua niin että se ei ole valmiiksi hapettunut jolloin se ei toimi.

TULOSTEN KOONTI

Oppilaat kasaavat tulokset ryhmissä ja vastaavat kysymyksiin:

- Mikä rasva hävitti värin nopeimmin ja mikä hitaimmin?
- Mihin värinmuutos perustuu ja mitä siinä tapahtuu?
- Mitkä tekijät voivat vaikuttaa tuloksiin?
- Mikä testatuista rasvoista on ”terveellisin”?

Vinkkejä näihin kohdassa ”Kokeellisen työn kemiaa”.

PROJEKTITYÖN KOONTI: JAA TIETOSI MUILLE - JULISTE

Opettaja ottaa työn alussa tehdyn listan ”terveellisistä” ja ”epäterveellisistä” rasvoista ja koko luokan kanssa verrataan oliko ryhmän lähtöoletukset oikeita rasvojen terveellisyyden suhteen.

Kootun tiedon perusteella oppilaat tekevät ryhmissä julisteen, johon he kasaavat ruokavaliosuosituksia muille. Julisteen voi nimetä iskevästi ja siinä voi käyttää luovuutta. Tarkoitus olisi että se pysäyttäisi ohikulkijansa lukemaan sen sanoman mitä oppilaat haluavat kerätyn tiedon perusteella muille jakaa. Tässä on vielä kysymyksiä mitä julistetta tehdessä kannattaa ottaa huomioon:

- Paljonko energiaa rasvasta pitäisi maksimissaan saada vuorokaudessa suositusten mukaan?
- Millaisia rasvoja ihmisten kannattaisi suosia ja mistä näitä rasvoja saa?
- Mikä on virallinen ravitsemussuositus kalan syönnin suhteen?
- Mitä kannattaa huomioida rasvojen säilytyksessä kotona?
- Miten kalaöljyjen säilyvyyttä yritetään parantaa?

Vinkkejä näihin kohdassa ”Kokeellisen työn kemiaa”.

Lopuksi oppilaat voivat lyhyesti kirjoittaa ylös mitä valintoja he voisivat itse tehdä toisin ruokavalionsa kohdalla.

PROJEKTITYÖN KEMIAA

RASVOJEN KEMIALLINEN RAKENNE JA OMINAISUUKSIA

Rasvat ovat glyserolin ja rasvahappojen estereitä. Tyydyttyneet rasvahapot sisältävät hiiliatomien välillä pelkkiä yksinkertaisia sidoksia. Tällaisia ovat esimerkiksi palmitiinihappo ja steariinihappo. Kerta-tyydyttymättömissä rasvahapoissa on yksi kaksoissidos. Tällaisia ovat esimerkiksi öljyhappo ja oleiinihappo. Monityydyttymättömissä rasvahapoissa on enemmän kuin yksi kaksoissidos. Tällaisia ovat esimerkiksi linolihappo ja arakidonihappo. Kaksoissidosten määrä hiiliatomien välillä määrittää rasva-molekyylissä sen tyydyttyneisyys-asteen.

Koska rasvahapoissa on kaksoissidoksia, niillä esiintyy cis-trans-isomeriaa. Saman rasvahapon kaksi isomeeriä käyttäytyvät elimistössä täysin eri tavoin. Trans-rasvahapot käyttäytyvät tyydyttyneiden rasvojen tavoin, cis-rasvahapot tyydyttymättömien rasvahappojen tavoin. Tämän vuoksi trans-rasvoja pidetään ruokavaliossa haitallisina.

Rasvan terveellisyyteen vaikuttaa elimistön kyky käsitellä rasvahappoja ruuansulatuksessa. Rasvahapot erotetaan glyserolirungosta entsyymi-katalysoidussa reaktiossa, lipolyysissä. Rasvahappoketjut eivät ole aina samoja, esimerkiksi oliiviöljyssä vaihtelee ainakin neljä eri rasvahappoa, kuten palmitiinihappo (7%), steariinihappo (3%), oleiinihappo (85%) ja linoleenihappo (5%). Mitä enemmän rasvan molekyylirakenteessa on kaksoissidoksia sitä reaktiivisempi molekyylillä on. Tyydyttymättömät rasvat ovat terveellisempiä kuin tyydyttyneet, koska elimistön pystyy käyttämään niitä helpommin hyödykseen. Korkeat määrät tyydyttynyttä rasvaa ravinnossa on liitetty sydänsairauksiin.

Yleisimpiä ja terveyden kannalta tärkeimpiä omega-3-rasvahappoja ovat alfa-linoleenihappo (ALA), eikosapentaeenihappo (EPA) ja dokosaheksaeenihappo (DHA). Omega-6-rasvahapoista yleisimpiä puolestaan ovat linolihappo (LA) sekä arakidonihappo (AA). Nämä rasvahapot ovat elimistölle välttämättömiä monityydyttymättömiä rasvahappoja. Elimistö ei pysty näitä itse tuottamaan, joten ne pitää saada ravinnosta. Omega-3 ja omega-6 rasvahapot ovat tärkeitä mm. eri välittäjäaineiden synteesissä. EFSA:n (European Food Safety Authority) mukaan EPA ja DHA edistävät sydämen

normaalia toimintaa sekä verenpaineen pysymistä normaalina. DHA edistää aivotoiminnan pysymistä normaalina ja on erittäin tärkeä esimerkiksi sikiön ja lapsen aivojen kehityksen kannalta.

KOKEELLISEN TYÖN KEMIA

Kaksoissidostensa ansiosta tyydyttymättömät rasvat hapettuvat helposti jolloin niiden kaksoissidokset aukeavat. Työssä rasvoja hapetetaan vahvalla hapettimella jodilla, jonka avulla määritetään mikä rasvoista sisältää eniten kaksoissidoksia. Kun jodi on reagoinut rasvan kanssa ja hapettanut tämän punainen väri koeputkessa häviää, koska jodi on reagoinut rasvahappojen kaksoissidoksien kanssa. Työssä ”terveellisimmäksi” rasvaksi luokitellaan se joka reagoi nopeimmin jodin kanssa. Tyydyttyneet rasvat eivät välttämättä reagoi jodin kanssa ollenkaan. Esimerkiksi sulatettu voi ei muuta väriä ollenkaan.

Koska rasvat ovat helppoja hapettumaan eli härskiintymään voivat tutkittavat näytteet olla jo valmiiksi hieman hapettuneita. Tämä vaikuttaa tuloksiin. Lisäksi työskentelytarkkuus eri työskentelyvaiheissa vaikuttaa tuloksiin.

PROJEKTITYÖN KOONTI

Julisteeseen voi antaa melko vapaat kädet ja kannustaa luovuuteen. Muutamat annetut kysymykset ovat julisteen sisältöä tukemaan. Koontiin voi antaa vinkkeinä mm. internet-sivustoja millä oppilaat voivat käydä hakemassa tietoa. Tällaisia ovat mm. <http://www.terveyskirjasto.fi> , www.thl.fi , www.evira.fi , <http://www.efsa.europa.eu/> .

Rasvoista pitäisi suositusten mukaan tulla noin 25-40% päivittäisestä energiantarpeesta. Ihmisten kannattaisi suosia ravinnossaan kasvi- ja kalaöljyä, että he saisivat myös riittävästi välttämättömiä rasvahappoja ruokavalioistaan. Eviran mukaan kalaa olisi hyvä syödä ainakin kaksi kertaa viikossa. EFSA:n mukaan tämä on liian vähän, joten eriäviä mielipiteitä lähteistä löytyy ja se tekee aiheesta kiinnostavan.

Erityisesti tyydyttymättömiä rasvoja kannattaa säilyttää viileässä ja valolta suojattuna niin että ne eivät hapettuisi niin nopeasti. Hapettuneen rasvan tunnistaa sen hajusta ja

ulkonäöstä. Kaikki kokeessa nopeasti reagoineet rasvat ovat hyvin alttiita hapettumiselle joten varsinkin esimerkiksi kalaöljyn säilytyksen suhteen pitää olla tarkka.

Muokattu lähteestä:

<http://www.rsc.org/education/teachers/resources/aflchem/resources/62/index.htm>

SIPSEISSÄKÖ RASVAA?

TAUSTAA

Saamme rasvaa joka päivä ja monissa muodoissa. Osa rasvasta on välttämätöntä, koska elimistömme tarvitsee rasvaa elintoimintojemme ylläpitoon. Saamme hyvin paljon rasvaa piilossa eri valmisteista. Tämän työn tarkoitus on havainnollistaa, mitä rasva on kemiallisesti ja miten paljon rasvaa on sipseissä. Lisäksi työ antaa tietoa, miten voi havainnoida paremmin millaisia rasvoja päivän aikana ruuasta saat, vaikka et aina välttämättä ymmärrä nauttivasi rasvaa.

MITÄ RASVAT OVAT?

Ennen kuin aletaan tutkia sipsiä, mieti mitä haluat oppia sipsien rasvoista ja millaisia kysymyksiä sinulla tulee mieleen? Hae ryhmäsi kanssa perustietoa rasvojen kemiasta ja niiden vaikutuksista terveyteemme.

KOKEELLINEN TYÖ: PERUNALASTUJA VAI JUUSTONAKSUJA?

Tämän työn tavoite on vertailla eri sipsilaatuja ja erottaa sipsistä rasva.

Tutki sipsinäytettäsi ja sen tuoteselostetta. Mitä havaintoja teet ja mitä tietoa saat sipseistä sen tuoteselosteen perusteella?

OSA 1. MIHIN RASVA LIUKENEE?

Tässä osassa tutkitaan, mikä on paras liuotin rasvan erottamiseksi sipseistä. Ennen työn suoritusta suunnittele miten toteutat tutkimuksen.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- koeputkiteline
- 16 koeputkea
- Finn-pipetti + kärkiä
- Rasva-näytteet: voi, auringonkukkaöljy, oliiviöljy, kalaöljy
- Liuottimet: etanoli, asetoni, bensiini, vesi

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Liuottimet ovat helposti syttyviä joten älä käytä niitä lähellä tulta.

Tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa käänny ohjaajan puoleen!

Hävitä jätteet niille varattuun jäteastiaan, etteivät ne tuki viemäriä.

TYÖN SUORITUS JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Rasva/Liuotin	Asetoni	Etanoli	Bensiini	Vesi

Laita 10 tippa jokaista näytettä koeputkeeseen. Lisää 10 tippaa asetonia näytteeseen. Heiluta näytettä varovasti ja merkitse taulukkoon liukoisuus. Toista sama käyttäen muita liuottimia. Kirjoita ylös kokeen johtopäätökset ja mitä liuotinta käytät, kun erotat rasvan sipseistä työn osassa 2.

OSA 2. RASVAISET SIPSIT

Tutustu työhön kotona ja mieti työskentelyjärjestys ennen työn tekoa.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- Sipsejä
- Valittu liuotin
- Pipetti
- Huhmar ja survin
- Vaaka
- Punnitusalusta
- Spaatteli
- Koeputkiteline, koeputki ja korkki
- Haihdutusmalja
- Pihdit

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Liuotin on helposti syttyvä joten älä käytä sitä lähellä tulta.

Tee työ vetokaapissa.

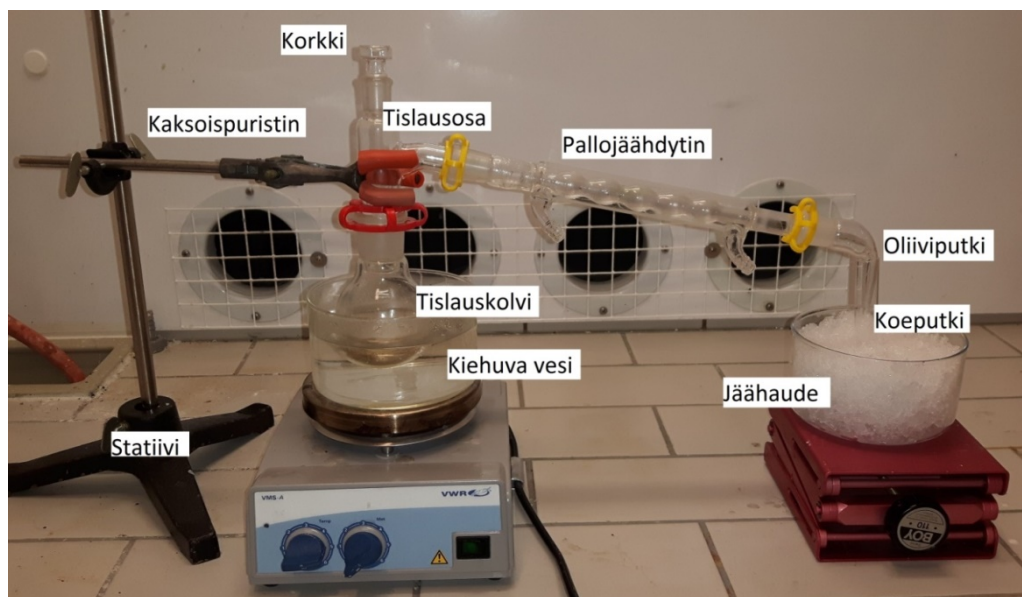
Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa käänny ohjaajan puoleen!

Hävitä jätteet niille varattuun jäteastiaan etteivät ne tuki viemäriä.

TILAUSLAITTEISTON TARVIKKEET JA KOONTI

- Statiivi
- Kaksoispuristin
- Pieni tislauskolvi (makro)
- Tislausosa
- Korkki
- Pallojäähdyttävä
- Oliiviputki
- Koeputki (ei tarvi olla hioksellinen)
- Lasimalja x2
- Klipsit x3
- Lämpölevy
- Jäitä
- Hissi



TYÖN VAIHEET

Punnitse TARKASTI 1 g sipsejä ja murskaa sipsit hyvin huumareessa. Laita murskatut sipsit korkilliseen koeputkeen ja lisää liuotinta niin että sitä on $\frac{3}{4}$ -osa sipsien määrään nähden. Peitä koeputken suu ja heiluttele putkea varovasti. Poista välillä korkki koeputken suulta paineen poistamiseksi, laita takaisin ja ravistele lopuksi koeputkea hieman voimakkaammin. Suodata seos suppilolla lasivillan läpi pieneen tislauskolviin. Kasaa tilauslaitteisto kuvan mukaisesti. Lämmitä tislauksessa käytettävä vesi kiehuvaaksi. **VINKKI:** Voit nopeuttaa tätä hyödyntämällä vedenkeitintä. Tislaa liuos varovasti kunnes liotinta ei enää muodostu. Punnitse puhdas ja kuiva haihdutusmalja. Laita haihdutusmaljan paino ylös! Kaada loput tislauskolvin rasva-liuotin seoksesta punnittuun haihdutusmaljaan ja pane se kuumaan vesihauteeseen poistaaksesi loput liuottimesta seoksesta. **VINKKI:** Voit käyttää tislauksessa käytettyä vesihaudetta. Anna jäähtyä ja punnitse. Merkitse paino ylös. **VINKKI:** Voit käyttää jäähdyttämiseen tislauksessa käytettyä jäähaudetta.

TULOSTEN KOONTI

Pohdi tuloksiasi, kuinka lähelle todellisuutta pääsit tutkimuksessasi ja mitä havaintoja teit. Arvioi työskentelysi tarkkuus ja luotettavuus sekä mikä saattoi vaikuttaa lopputulokseen.

MITÄ OPIN SIPSEISTÄ?

Tee koko luokan tutkimusmateriaalin perusteella lyhyt PowerPoint-esitys, missä käyt läpi mitä opit sipseistä, niiden rasvoista ja terveellisyydestä. Nyt tiedät miten tutkia mitä rasvaa sormiisi jää aina kun syöt sipsiä!

SIPSEISSÄKÖ RASVAA?

TAUSTAA

Saamme rasvaa joka päivä ja monissa muodoissa. Osa rasvasta on välttämätöntä, koska elimistömme tarvitsee rasvaa elintoimintojemme ylläpitoon. Saamme hyvin paljon rasvaa piilossa eri valmisteista. Tämän työn tarkoitus on havainnollistaa, mitä rasva on kemiallisesti ja miten paljon rasvaa on sipseissä. Lisäksi työ antaa tietoa, miten voi havainnoida paremmin millaisia rasvoja päivän aikana ruuasta saat, vaikka et aina välttämättä ymmärrä nauttivasi rasvaa.

MITÄ RASVAT OVAT?

Ennen kuin aletaan tutkia sipsiä, mieti mitä haluat oppia sipsien rasvoista ja millaisia kysymyksiä sinulla tulee mieleen? Hae ryhmäsi kanssa perustietoa rasvojen kemiasta ja niiden vaikutuksista terveyteemme. Tiedonhankinnan apuna voit käyttää seuraavia kysymyksiä:

- Mitä on terveyden kannalta hyvä ja paha rasva?
- Missä ruuissa on isot määrät tyydyttynyttä rasvaa?
- Mitä vahinkoa liika rasva voi aiheuttaa?
- Mikä on rasvan ravitsemussuositus Suomessa ja paljonko päivän kokonaisenergiatarpeesta pitäisi rasvoista tulla?

KOKEELLINEN TYÖ: PERUNALASTUJA VAI JUUSTONAKSUJA?

Tämän työn tavoite on vertailla eri sipsilaatuja ja erottaa sipsistä rasva.

Tutki sipsinäytteestäsi seuraavat asiat ja kirjaa ne ylös.

- Millainen on sipsein koostumus tuoteselosteen mukaan?
- Millaista rasvaa ne sisältävät ja paljonko?
- Kuinka paljon energiaa sipseissä on?
- Paljonko näytesipsisi maksavat?

VINKKI: Tähän voit hakea vastauksen esimerkiksi internetistä verkkokaupasta.

OSA 1. MIHIN RASVA LIUKENEE?

Tässä osassa tutkitaan, mikä on paras liuotin rasvan erottamiseksi sipseistä. Ennen työn suoritusta suunnittele miten toteutat tutkimuksen.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- koeputkiteline
- 16 koeputkea
- Finn-pipetti + kärkiä
- Rasva-näytteet: voi, auringonkukkaöljy, oliiviöljy, kalaöljy
- Liuottimet: etanoli, asetoni, bensiini, vesi

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Liuottimet ovat helposti syttyviä joten älä käytä niitä lähellä tulta.

Tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa käänny ohjaajan puoleen!

Hävitä jätteet niille varattuun jäteastiaan, etteivät ne tuki viemäriä.

TYÖN VAIHEET

Rasva/Liuotin	Asetoni	Etanoli	Bensiini	Vesi

Piirrä vihkoon seuraavanlainen taulukko. Laita 10 tippaa jokaista näytettä koeputkeen. Lisää 10 tippaa asetonia näytteeseen. Heiluta näytettä varovasti ja merkitse taulukkoon liukoisuus. Toista sama käyttäen muita liuottimia.

Kirjoita ylös kokeen johtopäätökset.

- Mikä liuotin on paras erottamaan rasvat sipseistä?
Käytä tätä liuotinta työn seuraavassa osassa.

OSA 2. RASVAISET SIPSIT

Tutustu työhön kotona ja mieti työskentelyjärjestys ennen työn tekoa.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- Sipsejä
- Valittu liuotin
- Pipetti
- Huhmar ja survin
- Vaaka
- Punnitusalus
- Spaatteli
- Koeputkiteline, koeputki ja korkki
- Haihdutusmalja
- Pihdit

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Liuotin on helposti syttyvä joten älä käytä sitä lähellä tulta.

Tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

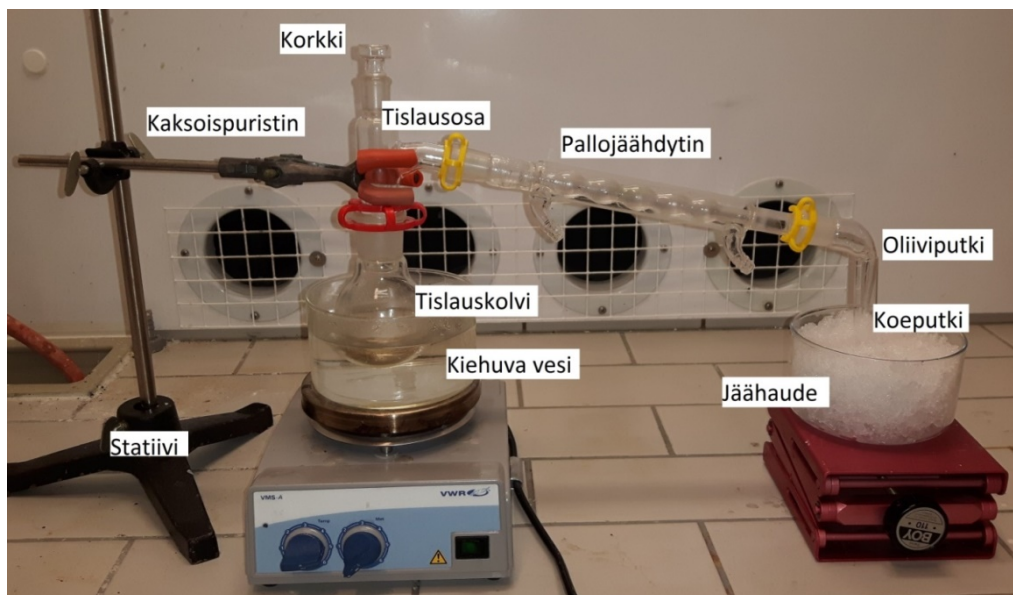
Tarvittaessa käänny ohjaajan puoleen!

Hävitä jätteet niille varattuun jäteastiaan etteivät ne tuki viemäriä.

TILAUSLAITTEISTON TARVIKKEET JA KOONTI

- Statiivi
- Kaksoispuristin
- Pieni tislaukskolvi (makro)
- Tislauksosa
- Korkki
- Pallojäähdyttävä

- Oliiviputki
- Koeputki (ei tarvi olla hioksellinen)
- Lasimalja x2
- Klipsit x3
- Lämpölevy
- Jäitä
- Hissi



TYÖN VAIHEET

Punnitse TARKASTI 1 g sipsejä ja murskaa sipsit hyvin huumareissa. Laita murskatut sipsit korkilliseen koeputkeen ja lisää liuotinta niin että sitä on $\frac{3}{4}$ -osa sipsien määrään nähden. Peitä koeputken suu ja heiluttele putkea varovasti. Poista välillä korkki koeputken suulta paineen poistamiseksi, laita takaisin ja ravistele lopuksi koeputkea hieman voimakkaammin. Suodata seos suppilolla lasivillan läpi pieneen tislaukolviin. Kasaa tisluslaitteisto kuvan mukaisesti. Lämmitä tislauksessa käytettävä vesi kiehuvaaksi. **VINKKI:** Voit nopeuttaa tätä hyödyntämällä vedenkeitintä. Tislaa liuos varovasti kunnes liotinta ei enää muodostu. Punnitse puhdas ja kuiva haihdutusmalja. Laita haihdutusmaljan paina ylös! Kaada loput tislaukolvin rasva-liuotin seoksesta punnittuun haihdutusmaljaan ja pane se kuumaan vesihautteeseen poistaaksesi loput liuottimesta seoksesta. **VINKKI:** Voit käyttää tislauksessa käytettyä vesihautetta. Anna jäähtyä ja punnitse. Merkitse paino ylös. **VINKKI:** Voit käyttää jäähdyttämiseen tislauksessa käytettyä jäähaudetta.

TULOSTEN KOONTI

Tutki tuloksiasi ja vastaa seuraaviin kysymyksiin:

- Laske paljonko rasvaa tutkimuksesi mukaan sipsit sisältävät 100g kohti?
- Vertaa tulostasi pussin kyljessä olevan rasvan määrään. Kuinka lähelle pakkausselosteessa mainittua määrää pääsitte?
- Mikä vaikuttaa tutkimustulokseen ja sen luotettavuuteen?

MITÄ OPIN SIPSEISTÄ?

Tee koko luokan tutkimusmateriaalin perusteella lyhyt PowerPoint-esitys, missä käyt läpi mitä opit sipseistä, niiden rasvoista ja terveellisyydestä. Tässä on muutamia apukysymyksiä esityksen rakentamiseen:

- Mikä on pää rasvatyyppi sipseissä?
- Miksi sipsien rasva on epäterveellistä?
- Onko eri makuisissa sipseissä eri määrä rasvaa?
- Onko halvemmissa sipseissä enemmän rasvaa kuin kalliimmissa?
- Ovatko vähärasvaiset sipsit todella vähärasvaisia?
- Mikä rasva tekisi sipseistä terveellisempiä? Onko siinä jotain haasteita?
- Vaikuttiko tutkimus näkemykseesi sipsien syönnistä?
- Onko alkupohdinnassa ollut otsikko tutkimusten valossa mahdollinen ja mitä terveydellisiä haasteita se aiheuttaa englannin nuorissa?

Nyt tiedät miten tutkia mitä rasvaa sormiisi jää aina kun syöt sipsiä!

SIPSEISSÄKÖ RASVAA?

KOHDERYHMÄ: Työ soveltuu lukion kursseille KE1 ja KE2. Osa 1 soveltuu yläkouluun. Osa 2 työstä voi soveltaa demonstraatiomuotoisena myös yläkoulussa. Työstä on tehty kaksi ohjetta, suljettu ja avoin ohje, joista opettaja voi valita omalle ryhmälle sopivamman version.

KESTO: Työ kestää noin 2 tuntia.

MOTIVAATIO: Työ liittää arkipäivää kemian opiskeluun ja havainnollistaa ravinnon koostumusta sekä sen vaikutusta ihmisen hyvinvointiin ja terveyteen.

TAVOITE: Opiskelija perehtyy tarkemmin ravinnosta saataviin tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin rasvoihin sekä niiden terveellisyyteen. Hän suorittaa tutkimuksen, jossa rasvat erotetaan sipseistä. Työssä saadun tiedon avulla opiskelija voi tehdä terveellisempiä valintoja omassa ruokavaliossaan. Opiskelija tutustuu kemiallisiin erotusmenetelmiin kuten uutto, suodatus, tislauk ja haihdutus. Työn vahvistaa hänen tutkimuksellisia taitoja; kysymysten muodostamista, tulosten käsittelyä ja tulkitsemista sekä tietolähteiden käyttöä ja lähdekritiikkiä. Lisäksi työn tavoite on kehittää opiskelijan ongelmanratkaisutaitoja, vuorovaikutustaitoja, hyviä työskentelytapoja laboratoriossa

AVAINSANAT: Ravinto – Rasvat – Terveellisyys – Tislauk – Sipsit

Vinkki:

<https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/105?articlesBySameAuthorPage=2>

TAUSTAA

Rasvat ja niiden terveellisyys ovat herättäneet paljon keskustelua viime aikoina sekä mediassa että tutkijoiden joukossa. Me saamme rasvaa joka päivä ja monissa muodoissa. Osa rasvasta on välttämätöntä, koska elimistömme tarvitsee rasvaa joka päivä elintoimintojemme ylläpitoon. Hyvin paljon rasvaa saamme kuitenkin piilossa eri valmisteista. Tämän työn tarkoitus on havainnollistaa miten paljon rasvaa piiloutuu sipseihin ja antaa tietoa, miten voi havainnoida paremmin millaisia rasvoja päivän aikana ruuasta saat vaikka et aina edes ymmärrä nauttivasi rasvaa.

PROJEKTIN TOTEUTUS

TYÖHÖN VIRITTÄVÄ TEHTÄVÄ: MITÄ RASVAT OVAT?

Virittävän tehtävän voi tehdä koulussa. Ennen kuin aletaan tutkia sipsiä, opiskelijat miettivät mitä haluavat oppia sipsien rasvoista ja millaisia kysymyksiä heillä tulee mieleen? Opiskelijat hakevat 3 hengen ryhmissä tietoa eri tietolähteistä ja vastaavat omien kysymysten lisäksi seuraaviin kysymyksiin.

- Mitä on terveyden kannalta hyvä ja paha rasva?
- Missä ruuissa on isot määrät tyydyttynyttä rasvaa?
- Mitä vahinkoa liika rasva voi aiheuttaa?
- Mikä on rasvan ravitsemussuositus Suomessa ja paljonko päivän kokonaisenergiatarpeesta pitäisi rasvoista tulla?

Lähteenä opiskelijat voivat käyttää oppikirjaa, internet-sivustoja sekä aiheeseen liittyviä kirjoja tai lehtiä, joita opettaja voi ottaa tunnille mukaan.

Kootaan vastaukset koko ryhmän kanssa taululle tai dokumenttikameran kanssa. Käydään läpi mitä ovat tyydyttyneet, kerta-tyydyttymättömät ja monityydyttymättömät rasvat ja minkälaisia terveydellisiä käsitteitä näihin rasvoihin liittyy.

Apua näihin tämän ohjeen lopussa kohdassa: ”Projektityön kemiaa – Mitä rasvat ovat?”

TUTKITAAN SIPSEJÄ

Näytetään aluksi otsikko ja keskustellaan ryhmän kanssa tästä otsikosta:

Asiantuntijat varoittavat: ”Puolet Englannin lapsista ”juo” melkein 5 litraa ruokaöljyä joka vuosi heidän ”sipsipussi päivässä”-tavan seurauksena.”

Keskustellaan opiskelijoiden kanssa:

- Mitä ajatuksia otsikko herättää?
- Paljonko ryhmä syö sipsejä?
- Mikä on keskiarvo per ryhmän jäsen?

KOKEELLINEN TYÖ: PERUNALASTUJA VAI JUUSTONAKSUJA?

Tutkimus suoritetaan kahdessa osassa. Työn ensimmäisessä osassa opiskelijat selvittävät mikä on hyvä liuotin rasvan erottamiseen sipseistä. Työn toisessa osassa suoritetaan varsinainen rasvan erotus.

Opiskelijat jaetaan 3 hengen ryhmiin. Opettaja jakaa jokaiselle ryhmälle näytesipsit. Jokainen ryhmä tutkii erilaisia sipsejä, joten tutkimusmateriaalina kannattaa olla halpoja sipsejä, vähärasvaisia sipsejä, kalliita sipsejä jne. Opiskelijat voivat halutessaan tuoda myös omia näytteitä. Näistä kannattaa tehdä esimerkiksi seuraavanlainen taulukko yhteisesti luokan kanssa.

Sipsin nimi	Hinta/1kg	Rasva / 100g	Tyydyttynyttä rasvaa / 100g	Rasvaa / 100g (Oman tutkimuksen mukaan)	Energia kcal/100g

Työn koonnissa opiskelijat voivat verrata toisten ryhmien töiden tuloksia ja tehdä niistä päätelmiä.

Ennen kokeellisen työn tekoa opiskelijat tutkivat näytteistä seuraavat asiat:

- Millainen on sipsein koostumus tuoteselosteen mukaan?
- Millaista rasvaa ne sisältävät ja paljonko?
- Kuinka paljon energiaa sipseissä on?
- Paljonko sipsit maksavat?

Esimerkki sipsipussin tuoteselosteesta:

Raakaaineet

Peruna, kasviöljyt (aurionkukka, rypsi), suola.
Saattaa sisältää pieniä määriä maitoproteiinia.

Ravintosisältö / Näringsvärde / Nutrition contents 100 g

Energiaa / Energi / Energy 2343 kJ / 561 kcal

Rasva / Fett / Fat 33 g

josta tyydyttynyttä / varav mättat fett / of which saturated 2,7 g

Hiilihydraatit / Kolhydrat / Carbohydrates 58 g

josta sokereita / varav sockerarter / sugars 0,4 g

Proteiini / Protein / Protein 6,4 g

Suola / Salt / Salt 1,3 g

Laktoositon Gluteeniton

Tuoteselosteesta selviää, että 100 grammassa näitä sipsejä rasvaa on 33g ja energiaa 561 kcal. Sipsien hinta 2,19€/325g.

VINKKI: Sipsien hinnat voi hakea esimerkiksi verkkokaupoista.

Kun opiskelijat tutkivat sipsipussin sisältöä voi opettaja tehdä esivalmisteluja tutkimuksen 1. osaan ja sulattaa voin yhdessä paikassa niin että kaikki saavat hakea voi näytteen sieltä.

OSA 1. MIHIN RASVA LIUKENEE?

- Esivalmistelu: Sulata voi dekantterilasissa lämpölevyllä.

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- dekantterilasi x 4
- lämpölevy
- koeputkiteline
- 16 koeputkea
- Finn-pipetti + kärkiä
- Rasva-näytteet: voi, auringonkukkaöljy, oliiviöljy, kalaöljy
- Liuottimet: etanoli, asetoni, bensiini, vesi

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakia, -laseja ja -hanskoja!

Liuottimet ovat helposti syttyviä joten älä käytä niitä lähellä tulta.

Tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Hävitä jätteet niille varattuun jäteastiaan etteivät ne tuki viemäriä.

TYÖN VAIHEET

1. Piirrä vihkoon seuraavanlainen taulukko

Rasva/Liuotin	Asetoni	Etanoli	Bensiini	Vesi
Voi				
Auringonkukkaöljy				
Oliiviöljy				
Kalaöljy				

2. Laita 10 tippaa jokaista näytettä omaan koeputkeen.
3. Lisää 10 tippaa asetonia jokaiseen näytteeseen.
4. Heiluta näytettä varovasti ja merkitse taulukkoon liukoisuus (Kyllä tai Ei)
5. Toista sama käyttäen muita liuottimia

Kirjoita ylös kokeen johtopäätökset.

- Mikä liuotin on paras erottamaan rasvat sipseistä?

Tämän jälkeen siirrytään työn 2. osaan.

VINKKEJÄ JA HUOMIOITA TYÖN 1. OSAAN

- Kaikki rasvanäytteet kannattaa kaataa dekantterilaseihin, joita oppilaat voivat kierrättää. Pullosta pipetointi ei onnistu.
- Työssä tutkittavat rasvat ovat erilaisia siksi että oppilaat voivat havainnoida mikä liuotin liuottaa parhaiten kaikenlaisia rasvoja. Liuottimen valinnan tutkimusöljyinä voi käyttää myös sipseissä eniten käytettyjä rasvoja kuten palmuöljyä (voin tilalla) ja rypsiöljyä.
- Paras liuotin taulukossa oleville tutkituille öljyille on aseton. Tämä selviää alla olevasta täytetystä tutkimustaulukosta.

Rasva/Liuotin	Asetoni	Etanoli	Bensiini	Vesi
Voi	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Auringonkukkaöljy	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei
Oliiviöljy	Kyllä	Ei	Ei	Ei
Kalaöljy	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei

OSA 2. RASVAISET SIPSIT

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- Sipsejä
- Valittu liuotin
- Pipetti
- Huhmar ja survin
- Vaaka
- Punnitusalus
- Spaatteli
- Koeputkiteline, koeputki ja korkki
- Haihdutusmalja
- Pihdit

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Liuotin on helposti syttyvä joten älä käytä sitä lähellä tulta.

Tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Hävitä jätteet niille varattuun jäteastiaan etteivät ne tuki viemäriä.

TILAUSLAITTEISTON TARVIKKEET JA KOONTI

- Statiivi
- Kaksoispuristin

- Pieni tislaukolvi (makro)
- Tislausosa
- Korkki
- Pallojäähdyttävä
- Oliiviputki
- Koeputki (ei tarvi olla hioksellinen)
- Lasimalja x2
- Klipsit x3
- Lämpölevy
- Jäitä
- Hissi

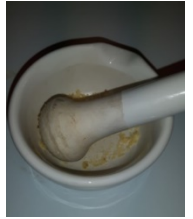


Kasaa kuvan mukainen tisluslaitteisto. Lämmitä toisen lasimaljan vesi kiehuvaaksi ja hae toiseen lasimaljaan jäitä. Molemmat lasimaljat saavat olla lähes täynnä. Nyt tisluslaitteistosi on valmis.

VINKKI: Jos haluat saada veden nopeasti kiehuvaaksi voit hyödyntää vedenkeitintä tai kattilaa sen lämmittämisessä

TYÖN VAIHEET

1. Punnitse TARKASTI 1 g sipsejä ja murskaa sipsit hyvin huumareessa.



2. Laita murskatut sipsit korkilliseen koeputkeen ja lisää liuotinta niin että sitä on $\frac{3}{4}$ -osa sipsien määrään nähden.

3. Peitä koeputken suu ja heiluttele putkea varovasti. Poista välillä korkki koeputken suulta paineen poistamiseksi, laita takaisin ja ravistele lopuksi koeputkea hieman voimakkaammin.



4. Suodata seos suppilolla lasivillan läpi pieneen tislaukolviin. Jos lasivillaa ei ole käytä niin vähän suodatinpaperia kuin mahdollista, ettei se ime rasvaa itseensä.



5. Kasaa tilauslaitteisto yllä olevan ohjeen mukaisesti. Ks. ohje tisluslaitteiston tarvikkeet ja koonti.
6. Tislaa liuos varovasti kunnes liotinta ei enää muodostu.



7. Punnitse puhdas ja kuiva haihdutusmalja.

8. Kaada loput rasva-liuotin seoksesta punnittuun haihdutusmaljaan ja pane se kuumaan vesihauteeseen poistaaksesi seoksesta loput liuottimesta.

VINKKI: Voit käyttää tislauksessa käytettyä vesihaudetta.



9. Anna jäähtyä ja punnitse. Kirjoita ylös saadun rasvan määrä.

VINKKI: Voit käyttää jäähdyttämiseen tislauksessa käytettyä jäähaudetta.

TULOSTEN KOONTI

Opiskelijat tarkistavat tuloksensa laskemalla paljon rasvaa saivat irti sipseistä.

- Laske paljonko rasvaa tutkimuksesi mukaan sipsit sisältävät 100g kohti?

$$(\text{Haidutusmalja} + \text{rasva})(g) - (\text{Haihdutusmalja tyhjä})(g) = \text{rasvan määrä (g)}$$

$$\text{rasvan määrä (g)} \times 100g = \text{rasvan määrä 100 grammassa sipsejä}$$

- Vertaa tulostasi pussin kyljessä olevan rasvan määrään. Kuinka lähelle pakkausselosteessa mainittua määrää pääsitte?
- Mikä vaikuttaa tutkimustulokseen ja sen luotettavuuteen?
- Täytä oman ryhmäsi tulokset luokan yhteiseen taulukkoon oman sipsilaatusi osalta.

Sipsin nimi	Hinta/1kg	Rasva / 100g	Tyydyttynyttä rasvaa / 100g	Rasvaa / 100g (Oman tutkimuksen mukaan)	Energia kcal/100g

Ajatuksia näihin tämän ohjeen lopussa kohdassa: ”Projektityön kemiaa – Kokeellisen työn tulosten koonti”

PROJEKTITYÖN KOONTI

Kun koko luokan tutkimusmateriaali on laadittu taulukkoon, oppilaat tekevät tutkimustuloksista lyhyen PowerPoint-esityksen missä he käyvät läpi mitä ovat oppineet. Tässä on muutamia apukysymyksiä, omien kysymyksien lisäksi, esityksen rakentamiseen:

- Mikä on pää rasvatyyppi sipseissä?
- Miksi sipsien rasva on epäterveellistä?
- Onko eri makuisissa sipseissä eri määrä rasvaa?
- Onko halvemmissa sipseissä enemmän rasvaa kuin kalliimmissa?
- Ovatko vähärasvaiset sipsit todella vähärasvaisia?
- Mikä rasva tekisi sipseistä terveellisempiä? Onko siinä jotain haasteita?
- Vaikuttiko tutkimus näkemykseen sipsien syönnistä?
- Onko alkupohdinnassa ollut otsikko tutkimusten valossa mahdollinen ja mitä terveydellisiä haasteita se aiheuttaa englannin nuorissa?

Vinkkejä näihin tämän ohjeen lopussa kohdassa: ”Projektityön kemiaa – Projektityön koonti”

PROJEKTITYÖN KEMIAA

MITÄ RASVAT OVAT?

Kemialliselta rakenteeltaan rasvat ovat glyserolin ja rasvahappojen estereitä. Ne luokitellaan tyydyttyneisiin, kerta-tyydyttymättömiin ja monityydyttymättömiin rasvoihin sen mukaan montako kaksoissidosta rasvahappoketjuissa on. Tyydyttyneissä ei kaksoissidoksia ole, kerta-tyydyttymättömissä niitä on yksi ja monityydyttymättömissä useita. Kaksoissidosten lukumäärän lisäksi rasvan ominaisuuksiin vaikuttaa hiiliketjujen pituus sekä kaksoissidosten paikka.

Terveyden kannalta hyväksi rasvaksi mielletään pehmeät, kasviperäiset rasvat ja kalarasvat. Niiden suosiminen ruokavaliossa on hyödyllistä muun muassa sydän- ja verisuonisairauksien ehkäisyksi. Erityisesti kalarasvoista saatavista omega-3-rasvahapoista on tehty paljon terveyteen liittyviä tutkimuksia. Poikkeuksen kasviperäisissä rasvoissa tekevät trans-rasvat, koska ne käyttäytyvät elimistössä kuten kovat, eläinperäiset rasvat, jotka mielletään epäterveellisiksi. Kovat, eläinperäiset rasvat yhdistetään muun muassa korkeaan kolesteroliin, jota pidetään yhtenä merkittävänä tekijänä sydän- ja verisuonisairauksien synnyssä.

Isoja määriä tyydyttynyttä rasvaa on eläinperäisissä elintarvikkeissa kuten voissa ja maitotuotteissa, lihassa (erityisesti punaisessa) ja makkarassa, pikaruuissa, margariineissa, kookosrasvassa ja palmuöljyssä. Rasva on hyvin energiarikasta ravintoa, joten sen liika saanti aiheuttaa helposti ylipainoa. Liiallinen rasvojen nauttiminen altistaa myös edellä mainituille sairauksille. Tärkeää ravitsemuksen kannalta on se millaisia rasvoja päivittäin nautitaan. Suomalaisen ravitsemussuositusten mukaan aikuisilla 25-40 energiaprosenttia (E%) päivän kokonaisenergiatarpeesta pitäisi tulla rasvoista. Tästä energiasta 2/3 pitäisi tulla tyydyttymättömistä rasvahapoista. Omega-3 rasvahappoja pitäisi nautti päivittäin 1 E%:n verran.

Hyödyllisiä linkkejä:

Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, noudettu 1. maaliskuuta 2020

https://www.leipatiedotus.fi/media/pdf-tiedostot/ravitsemussuositukset_2014_fi_web.2.pdf

Lääkäriseura Duodecimin terveyskirjasto, noudettu 1. maaliskuuta 2020

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01074

KOKEELLISEN TYÖN TULOSTEN KOONTI

Kokeellisessa työssä on mielenkiintoista nähdä miten lähelle opiskelijat pääsevät pakkausselosteessa mainittua määrää. Työn tulokseen vaikuttavat työn eri vaiheiden toteutus; kuinka tarkasti on punnittu sipsit, miten hyvin liuotettu niistä rasvat liuottimella, miten huolellisesti tehty erottelu. Loppupainoon voi vaikuttaa esimerkiksi rasvaan jääneet

liuotinjäät, haihdutusmaljan kuivuus jne. Kokeellisen työn tulosten koonnin yksi tärkeä osa on että opiskelijat pohtivat omia työskentelytapoja ja niiden vaikutusta tulokseen.

PROJEKTITYÖN KOONTI

PowerPointin tekoon voi antaa melko vapaat kädet ja kannustaa opiskelijoita laittamaan sinne oivalluksia mitä ovat työtä tehdessä saaneet. Kysymykset on annettu tukemaan opiskelijoiden ajattelua ja johtopäätösten tekoa. Niiden tarkoitus on myös auttaa opiskelijoita liittämään opittu asia paremmin omiin ruokailutottumuksiin.

Päärasvatyyppi useimmissa sipseissä on kasviöljyt, mutta tyydyttyneiden rasvojen määrä sipseissä vaihtelee yllättävän paljon. Esimerkkinä olevassa sipsissä tyydyttynyttä rasvaa on 2,7g/100g kun taas toisessa perunasnackseissa tyydyttynyttä rasvaa on 7g/100g. Koko ryhmän taulukon avulla opiskelijat voivat havainnoida miten paljon sipseissä on eroja.

Sipsien rasva on epäterveellistä sen määrän takia. Kuten kokeellinen työ jo havainnollistaa, sipsit ovat rasvapommeja ja samalla myös energiapommeja. Lisäksi sipseistä ei pääsääntöisesti tule elimistölle välttämättömiä omega-3 rasvahappoja. Keino tehdä sipseistä terveellisempiä olisi lisätä niihin kalaöljyä, mutta haaste tässä on se että sipsit maistuisivat kalalle. Myös suolan määrä sipseissä on iso. Opiskelijat voivat halutessaan laskea paljonko energiaa ja suolaan päivän tarpeesta he saavat syömällä 100g sipsejä.

PowerPointin tekoon voi vinkiksi antaa mm. internet-sivustoja millä opiskelijat voivat käydä hakemassa tietoa. Tällaisia ovat esimerkiksi <http://www.terveyskirjasto.fi> , www.thl.fi , www.evira.fi , <http://www.efsa.europa.eu/> .

MIKÄ IHMEEN OMEGA?

TAUSTAA

Lähes kaikki ruoka mitä syömme sisältää rasvaa erilaisissa muodoissa. Osa rasvasta on välttämätöntä, koska elimistömme tarvitsee rasvaa muun muassa rakennusaineeksi ja hormonitoiminnan ylläpitoon. Rasvat ovat myös hyviä varastoimaan energiaa. Tämän työn tarkoitus on perehtyä elimistölle välttämättömiin rasvahappoihin, niiden merkitykseen ruokavaliossa ja lisäravinteena sekä niiden terveysvaikutuksiin.

RUOKAPÄIVÄKIRJA

Pidä ruokapäiväkirjaa viikon ajan. Laita ylös kaikki mitä syöt ja ole rehellinen.

VÄLTTÄMÄTTÖMÄT RASVAHAPOT JA RUOKAVALIONI

Selvittäkää ryhmässä mitä ovat välttämättömät rasvahapot. Mitä haluaisitte niistä tietää? Muodostakaa aluksi kysymyksiä aiheeseen liittyen ja sen jälkeen etsikää niihin vastauksia. Voitte käyttää apuna oppikirjaa, internetiä, lehtiä ja kirjoja. Ruokapäiväkirjoja vertailemalle selvittäkää, miltä näyttää ryhmän välttämättömien rasvahappojen saanti; mistä ryhmänne niitä saa ruokavaliossaan ja paljonko niitä pitäisi virallisten suositusten mukaan saada päivittäin. Muista lähdekritiikki!

Jos käytössäsi on jokin omega-3 valmiste, voit ottaa siitä näytteen mukaan työn kokeelliseen osaan. Tarvittava näytteen määrä 5 ml. Ota ylös näytteen paketista sen

koostumus: paljonko 5 ml sisältää omega-3 rasvahappoja ja mitä muita aineita näytteessä on.

KOKEELLINEN TUTKIMUS: MISTÄ LISÄÄ OMEGAA?

Tutkimus on jaettu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa valmistetaan 2% jodiliuos, toisessa osassa tutkitaan erilaisia omega-3 valmisteita.

OSA 1: 2% JODI-LIUOKSEN VALMISTUS

Suunnittele miten valmistat 2% jodiliuoksen jos sinulla on käytössäsi:

- 20 ml mittapullo + korkki
- Jodiliuos 6%: I₂ + KI
- Tislattua vettä
- Pipetti

Mihin jodiliuosta tarvitaan?

Muista työturvallisuus!

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

OSA 2: HÄRSKIINTYNYTTÄ VAI EI?

Suunnittele miten tutkit valmistamasi jodiliuoksen avulla omega-3 valmisteiden härskiintymistä. Käytössäsi ryhmälläsi on jodiliuoksen lisäksi seuraavat asiat:

- 5 ml jokaista tutkittavaa näytettä
- koeputkia
- pipettejä
- valkoinen paperi
- sekuntikello
- 250 ml dekantterilasi
- lämpömittari

- lämpölevy

Kun suunnitelmasi on valmis, näytä se opettajalle ja sen jälkeen olet valmis töihin. Muistathan tehdä havaintoja myös näytteiden väristä ja hajusta ennen kuin hapetat niitä.

KOKEELLISEN TYÖN TULOSTEN ANALYSOINTI

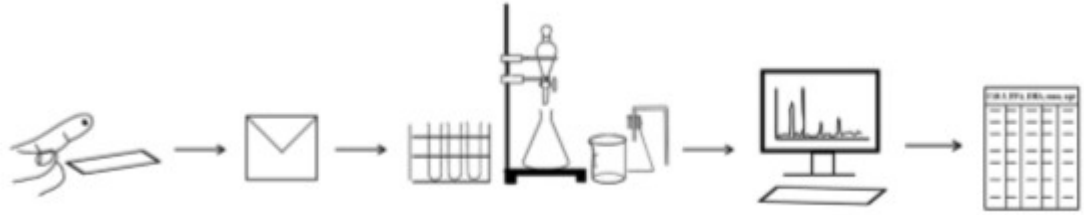
Pohdi tuloksiasi, mitä havaintoja teit ja mitä hapettumisnopeus kertoo näytteestä. Arvioi työskentelysi tarkkuus ja luotettavuus sekä mikä saattoi vaikuttaa lopputulokseen. Mihin seikkoihin kannattaa ravitsemuksessa kiinnittää huomiota omega-3 rasvahappojen saannin osalta?

SAANKO RIITTÄVÄSTI OMEGAA?

Veressämme olevat rasvahapot tulevat ruokavaliostamme. Nykytutkimus on kehittänyt tapoja selvittää oman elimistömme ravitsemuksellisesti tärkeiden rasvahappojen saantia. Yksi näistä on sormenpäästä otettava kuivaverinäyte. Käytä avuksesi Google Scholar -hakupalvelua (<https://scholar.google.fi/>) ja etsi sieltä käsiisi seuraava, avoimesti saatavilla oleva artikkeli:

Saga, L. C., Liland, K. H., Leistad, R. B., Reimers, A. ja Rukke, E-O. (2012). Relating fatty acid composition in human fingertip blood to age, gender, nationality and n-3 supplementation in the Scandinavian population. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(7), 790-795.

Tutustu artikkeliin ja selitä lyhyesti miten voit selvittää oman omega-3 tason. Voit käyttää apuna alla olevaa kuvasarjaa. Selvitä myös millainen on tutkimuksen mukaan välttämättömien omega-3 rasvahappojen saanti Skandinaviassa. Mitä veikkaat, saatko itse riittävästä omega-3 rasvahappoja? Voit käyttää veikkauksesi pohjana omaa ruokapäiväkirjaasi.



OMEGA-KAHOOT!

Tee oman tutkimustuloksesi perusteella vähintään 5 monivalintakysymystä (jokaisessa neljä vastausvaihtoehtoa), mitkä liittyvät välttämättömiin rasvahappoihin, niiden terveellisyyteen ja ravitsemukselliseen arvoon. Käsittele kysymyksissä erityisesti asioita, mitkä ovat mielestäsi tärkeitä aiheen kannalta ja mitkä ovat itsellesi olleet projektin aikana isoja ja tärkeitä oivalluksia tai vaikuttaneet käsityksiisi välttämättömistä rasvahapoista. Palauta kysymykset opettajalle.

MIKÄ IHMEEN OMEGA?

TAUSTAA

Lähes kaikki ruoka mitä syömme sisältää rasvaa erilaisissa muodoissa. Osa rasvasta on välttämätöntä, koska elimistömme tarvitsee rasvaa muun muassa rakennusaineeksi ja hormonitoiminnan ylläpitoon. Rasvat ovat myös hyviä varastoimaan energiaa. Tämän työn tarkoitus on perehtyä elimistölle välttämättömiin rasvahappoihin, niiden merkitykseen ruokavaliossa ja lisäravinteena sekä niiden terveysvaikutuksiin.

RUOKAPÄIVÄKIRJA

Pidä ruokapäiväkirjaa viikon ajan. Laita ylös kaikki mitä syöt ja ole rehellinen.

VÄLTÄMÄTTÖMÄT RASVAHAPOT JA RUOKAVALIONI

Selvitä mitä ovat välttämättömät rasvahapot. Voit käyttää apuna oppikirjaa, internetiä, lehtiä ja kirjoja. Vastaa alla oleviin kysymyksiin ja muodosta itse vähintään 3 omaa kysymystä, mitä haluaisit aiheesta tietää. Muista lähdekritiikki!

- Mitä ovat välttämättömät rasvahapot ja mitä se tarkoittaa?
- Millainen rakenne niillä on?
- Mistä sana omega tulee ja millaisia eroja eri omega -ryhmän rasvahapoilla on?
- Miksi nämä ovat tärkeitä terveyden näkökulmasta katsottuna?
- Mistä saan välttämättömiä rasvahappoja omassa ruokavaliossani?
- Paljonko niitä pitäisi virallisten suositusten mukaan saada päivittäin?

Jos käytössäsi on jokin omega-3 valmiste, voit ottaa siitä näytteen mukaan työn kokeelliseen osaan. Tarvittava näytteen määrä 5 ml. Ota ylös näytteen paketista sen koostumus: paljonko 5 ml sisältää omega-3 rasvahappoja ja mitä muita aineita näytteessä on.

KOKEELLINEN TUTKIMUS: MISTÄ LISÄÄ OMEGAA?

Tutkimus on jaettu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa valmistetaan 2% jodiliuos, toisessa osassa tutkitaan erilaisia omega-3 valmisteita.

OSA 1: 2% JODI-LIUOKSEN VALMISTUS

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 20 ml mittapullo + Korkki
- Jodiliuos 6%: $I_2 + KI$
- Tislattu vesi
- Pipetti

TYÖN VAIHEET

- Miten valmistat 20ml 2% jodiliuosta, kun sinulla on käytössä 6% jodiliuos. Apua saat verrannosta:

$$V_1/V_{\text{liuos}} \cdot V_1 = V_1/V_{\text{liuos}} \cdot V_2$$

- Valmista liuos 20 ml mittapulloon.

Mihin jodiliuosta tarvitaan?

Muista työturvallisuus!

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

OSA 2: HÄRSIINTYNYTTÄ VAI EI?

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 5 ml omega-3 näytettä
- Koeputkiteline
- Yksi pipetti per omega-3 näyte, näytteen mittaamiseen
- Yksi koeputki per öljy
- 2% jodi, kaliumjodidi-liuos
- Valkoinen paperi taustaksi
- Sekuntikello
- 250 ml dekantterilasi
- Lämpömittari
- Kuumaa vettä (noin 70-80 °C)

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

TYÖN VAIHEET

Työn vaiheet ovat menneet sekaisin. Ennen työn aloittamista numeroi tekstistä missä järjestyksessä työn vaiheet suoritetaan.

Näytteen numero	Omega-3 lähde ja antioksidantti	Omega-3 määrä/ 5ml	Mitattu aika	Havainnot (esim. väri, haju ja huomiot kokeesta)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Lisää TARKASTI 3 tippaa jodiliuosta putkeen ja ravista putkea. Pysäytä sekuntikello, kun punainen väri häviää. Merkitse ylös kulunut aika. Laita 250 ml vettä dekantterilasiin ja lämmitä se noin 70-80°C. Toista sama muilla näytteillä. Upota koeputki dekantterilasiin, jossa on kuumaa vettä. Käynnistä sekuntikello. Laita 5 ml näytettä sille numeroidun koeputken pohjalle. Käytä aina puhdasta koeputkea. Täytä taulukkoon näytteenä toimivien omega-3 valmisteiden omegan lähde ja antioksidantti (esim. kalaöljy + E-vitamiini). Numeroi koeputket vastaamaan taulukon numeroita.

Kun järjestys on selvitetty, näytä se opettajalle ja sen jälkeen olet valmis töihin. Muistathan tehdä havaintoja myös näytteiden väristä ja hajusta ennen kuin hapetat niitä.

KOKEELLISEN TYÖN TULOSTEN ANALYSOINTI

Pohdi tuloksiasi, mitä havaintoja teit ja mitä hapettumisnopeus kertoo näytteestä. Arvioi työskentelysi tarkkuus ja luotettavuus sekä mikä saattoi vaikuttaa lopputulokseen. Voit käyttää pohdinnassa apuna seuraavia kysymyksiä:

- Mikä omega-3 näyte hävitti värin nopeimmin ja mikä hitaimmin?
- Mihin värinmuutos perustuu ja mitä siinä tapahtuu?
- Mitkä tekijät voivat vaikuttaa tuloksiin?
- Mitä kannattaa huomioida omega-3 rasvahappojen säilytyksessä kotona?
- Mihin seikkoihin kannattaa ravitsemuksessa kiinnittää huomiota omega-3 rasvahappojen saannin osalta?

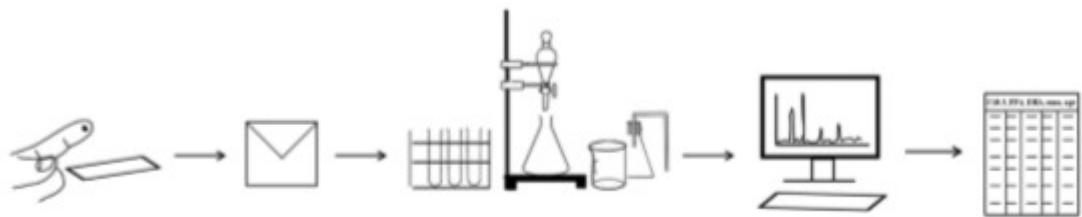
SAANKO RIITTÄVÄSTI OMEGAA?

Veressämme olevat rasvahapot tulevat ruokavalioistamme. Nykytutkimus on kehittänyt tapoja selvittää oman elimistömme ravitsemuksellisesti tärkeiden rasvahappojen saantia. Yksi näistä on sormenpäästä otettava kuivaverinäyte. Käytä avuksesi Google Scholar -hakupalvelua (<https://scholar.google.fi/>) ja etsi sieltä käsiisi seuraava, avoimesti saatavilla oleva artikkeli:

Saga, L. C., Liland, K. H., Leistad, R. B., Reimers, A. ja Rukke, E-O. (2012). Relating fatty acid composition in human fingertip blood to age, gender, nationality and n-3

supplementation in the Scandinavian population. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(7), 790-795.

Tutustu artikkeliin ja selitä lyhyesti miten voit selvittää oman omega-3 tason. Voit käyttää apuna alla olevaa kuvasarjaa. Selvitä myös millainen on tutkimuksen mukaan välttämättömien omega-3 rasvahappojen saanti Skandinaviassa. Mitä veikkaat, saattoiko itse riittävästä omega-3 rasvahaposta? Voit käyttää veikkauksesi pohjana omaa ruokapäiväkirjaasi.



OMEGA-KAHOOT!

Tee oman tutkimustuloksesi perusteella vähintään 5 monivalintakysymystä (jokaisessa neljä vastausvaihtoehtoa), mitkä liittyvät välttämättömiin rasvahappoihin, niiden terveellisyyteen ja ravitsemukselliseen arvoon. Käsittele kysymyksissä erityisesti asioita, mitkä ovat mielestäsi tärkeitä aiheen kannalta ja mitkä ovat itsellesi olleet projektin aikana isoja ja tärkeitä oivalluksia tai vaikuttaneet käsityksiisi välttämättömistä rasvahapoista. Palauta kysymykset opettajalle.

MIKÄ IHMEEN OMEGA?

KOHDERYHMÄ: Työ soveltuu lukion kursseille KE1 ja KE2. Työstä on tehty kaksi erilaista ohjetta, suljettu ja avoin ohje, joista opettaja voi valita omalle ryhmälleen sopivamman tavan toteuttaa työ.

KESTO: Ruokapäiväkirjan pito annetaan opiskelijoille tehtäväksi viikkoa ennen varsinaisen projektityön aloittamista. Koko työ kestää noin 3,5 tuntia; yksi tunti virittävään tehtävään koulussa, 1,5 tuntia kokeelliseen osuuteen kemianluokka Gadolinissa ja yksi tunti projektityön kasaamiseen koulussa. Koko projektin keston voi vaikuttaa rajaamalla teoriaosuuden laajuutta sekä suorittamalla kokeellisessa osuudessa pelkkä osa 2. Kokeellisen osuuden keston voi myös vaikuttaa näytteiden määrä; mitä enemmän näytteitä sitä enemmän aikaa vaaditaan.

MOTIVAATIO: Työ liittyy arkipäivää kemian opiskeluun sekä antaa paljon ajattelemisen aihetta oman ruokavalion välttämättömien rasvahappojen saannin suhteen. Lisäksi opiskelijat ottavat itse vastuuta työn eteenpäin viemisessä ja muodostavat avoimessa ohjeessa heitä kiinnostavia kysymyksiä aiheeseen liittyen.

TAVOITE: Tämän tutkimuksen tavoitteena on osoittaa, miten tärkeää on välttämättömien rasvahappojen rooli omassa ruokavaliossa ja terveydessä sekä vahvistaa opiskelijan kykyä analysoida eri tietolähteitä. Työn vahvistaa opiskelijan tutkimuksellisia taitoja; kysymysten muodostamista, tulosten käsittelyä ja tulkittamista sekä tietolähteiden käyttöä ja lähdekritiikkiä. Lisäksi työn tavoite on kehittää opiskelijan ongelmanratkaisutaitoja, vuorovaikutustaitoja, hyviä työskentelytapoja laboratoriossa sekä tutustuttaa opiskelija varsinaisen tutkimustiedon analysointiin.

AVAINSANAT: Ravinto – Välttämättömät rasvahapot - Omega – Terveellisyys – Hapettuminen

Vinkki: <https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/105?articlesBySameAuthorPage=2>

TAUSTAA

Lähes kaikki ruoka mitä syömme sisältää rasvaa erilaisissa muodoissa. Osa rasvasta on välttämätöntä, koska elimistömme tarvitsee rasvaa muun muassa rakennusaineeksi ja hormonitoiminnan ylläpitoon. Rasvat ovat myös hyviä varastoimaan energiaa. Tämän työn tarkoitus on perehtyä elimistölle välttämättömiin rasvahappoihin, niiden merkitykseen ruokavaliossa ja lisäravinteena sekä niiden terveysvaikutuksiin.

PROJEKTIN TOTEUTUS

KOTITEHTÄVÄ - RUOKAPÄIVÄKIRJA

Projektin aluksi opiskelijat keräävät aineistoa tutkimusta ja sen johtopäätöksiä tukemaan. Opiskelijoiden kotitehtävä on pitää ruokapäiväkirjaa viikon ajan. He voivat tehdä tämän omaan vihkoon.

TYÖHÖN VIRITTÄVÄT TEHTÄVÄT:

VÄLTÄMÄTTÖMÄT RASVAHAPOT JA RUOKAVALIONI

Jaetaan opiskelijat 2-4 hengen ryhmiin, jossa he saavat tutkia mitä ovat välttämättömät rasvahapot. Lähteenä he voivat käyttää oppikirjaa, internet-sivustoja sekä aiheeseen liittyviä kirjoja tai lehtiä, joita opettaja voi ottaa tunnille mukaan. Tämä harjoittaa opiskelijoiden lähdekritiikin muodostumista. Opiskelijoille voi antaa vinkkeinä mm. internet-sivustoja millä oppilaat voivat käydä hakemassa tietoa. Tällaisia ovat mm. <http://www.terveyskirjasto.fi> , www.thl.fi , www.evira.fi , <http://www.efsa.europa.eu/> .

Avoimessa ohjeessa opiskelijat muodostavat itse kysymykset mihin etsivät vastauksia, suljetussa ohjeessa on valmiit kysymykset, mutta opiskelijoita kannustetaan ainakin kolmen oman kysymyksen muodostamiseen. Ruokapäiväkirjoja vertailemalle he selvittävät, miltä näyttää ryhmän välttämättömien rasvahappojen saanti; saadaanko niitä

ollenkaan, jos saadaan niin mistä ruokavalion lähteistä ja paljonko niitä pitäisi virallisten suositusten mukaan saada päivittäin.

Suljetun ohjeen kysymykset:

- Mitä ovat välttämättömät rasvahapot ja mitä se tarkoittaa?
- Millainen rakenne niillä on?
- Mistä sana omega tulee ja millaisia eroja eri omega- ryhmän rasvahapoilla on?
- Miksi nämä ovat tärkeitä terveyden näkökulmasta katsottuna?
- Mistä saan välttämättömiä rasvahappoja omassa ruokavaliossani?
- Paljonko niitä pitäisi virallisten suositusten mukaan saada päivittäin?

Suurin osa opiskelijoista saa liian vähän omega-3 rasvahappoja ruokavaliosta ja sen vuoksi kokeellisessa osassa selvitetään miten tämä asia voidaan korjata. Jos opiskelija käyttää jotain omega-3 ravintolisää hän voi tuoda yhden näytteen kotoa. Näytteen paketista olisi hyvä kirjoittaa ylös sen koostumus: paljonko se sisältää omega-3 rasvahappoja ja mitä muita aineita näytteessä on. Näytteen nimeä ei kuitenkaan tulisi kirjoittaa ylös minnekään.

Vinkkejä kemiaan kohdassa ”Projektityön kemiaa: Välttämättömät rasvahapot – kemiaa ja terveystieteitä”.

KOKEELLINEN TUTKIMUS: MISTÄ LISÄÄ OMEGAA?

Kokeellisessa tutkimuksessa tutkitaan erilaisia omega-3 valmisteita, vertaillaan niiden ominaisuuksia ja sisältöä sekä hapetetaan niitä vahvalla hapettimella ja tehdään havaintoja. Näytteinä tulisi olla omega-3:sen lähteen ja antioksidanttien puolesta mahdollisimman erilaisia valmisteita. Näitä ovat esimerkiksi kalaöljy + E-vitamiini (yleisin), turskanmaksaöljy + rosmariini ja E-vitamiini, kalaöljy + PUFANOX[®], kalaöljy + ekstraneitsyt oliiviöljy ja krilliöljy + astaksantiini.

Tutkimusosuuden voi suorittaa kahdessa osassa ja työt tehdään parityönä. Työn ensimmäisessä osassa opiskelijat valmistavat tutkimuksen osassa 2 tarvittavan jodiliuoksen. Työn toisessa osassa hapetetaan erilaisia omega-3 ravintolisiä. Ajan säästämiseksi ensimmäisen osan voi ohjaaja tehdä valmiiksi, jolloin opiskelijat voivat siirtyä suoraan osaan 2.

OSA 1: 2% JODI-LIUOKSEN VALMISTUS

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 20 ml mittapullo + Korkki
- Jodiliuos 6%: I₂ + KI
- Pipetti

TYÖN VAIHEET

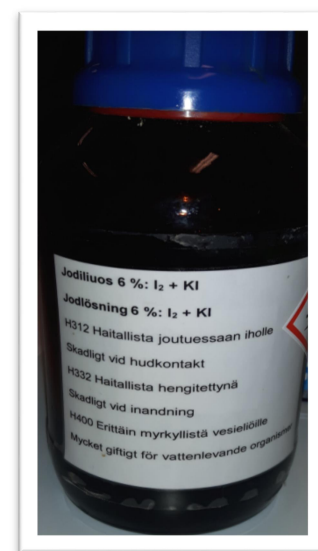
- Miten valmistat 20ml 2% jodiliuosta, kun sinulla on käytössä 6% jodiliuos. Apua saat verrannosta:

$$V_1/V_{\text{liuos}} \cdot V_1 = V_1/V_{\text{liuos}} \cdot V_2$$

- Valmista liuos 20 ml mittapulloon.

Mihin jodiliuosta tarvitaan?

Muista työturvallisuus!



TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

Vinkkejä ja laskutoimitus kohdassa ”Projektityön kemiaa: Kokeellisen työn kemiaa osa 1.”

OSA 2: HÄRSIINTYNYTTÄ VAI EI?

TARVIKKEET JA REAGENSIT

- 5 ml omega-3 näytettä
- Koeputkiteline
- Yksi pipetti per omega-3 näyte, näytteen mittaamiseen
- Yksi koeputki per näyte
- 2% jodi, kaliumjodidi-liuos
- Valkoinen paperi taustaksi
- Sekuntikello
- 250 ml dekantterilasi
- Lämpömittari
- Lämpölevy
- Kuumaa vettä (noin 70-80 °C)

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY:

Käytä suojatakkia, -laseja ja -hanskoja!

Jodi on **vaarallista hengitettynä**, tee työ vetokaapissa.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla.

Tarvittaessa lääkäriin!

Jodi on erittäin haitallista vesistölle ja rasvat viemärin putkistolle, joten hävitä jätteen niille varattuun jäteastiaan!

TYÖN VAIHEET

- Lämmitä dekantterilasissa oleva vesi noin 70-80 °C:een

VINKKI: Voit käyttää veden lämmittämiseen vedenkeitintä ja ylläpitää lämpöä lämpölevyllä.

- Täytä alla olevaan taulukkoon näytteenä toimivien omega-3 valmisteiden omegan lähde ja antioksidantti (esim. kalaöljy + E-vitamiini) sekä numeroi koeputket vastaamaan taulukon numeroita.



Näytteen numero	Omega-3 lähde ja antioksidantti	Omega-3 määrä/ 5ml	Mitattu aika	Havainnot (esim. väri, haju ja huomiot kokeesta)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

- Mittaa 5 ml näyteöljyä koeputken pohjalle.
- Lisää tarkasti 3 tippaa jodiliuosta putkeen ja ravista putkea.
- Upota koeputki dekantterilasiin, jossa on kuumaa vettä.
- Käynnistä sekuntikello
- Pysäytä sekuntikello, kun punainen väri häviää. Merkitse ylös kulunut aika.
- Toista sama muilla näytteillä. Käytä aina puhdasta koeputkea



Seuraavassa taulukossa on esimerkkejä eri näytteiden tuloksista:

Näytteen numero	Omega-3 lähde ja antioksidantti	Omega-3 määrä/ 5ml	Mitattu aika	Havainnot (esim. väri, haju ja huomiot kokeesta)
1	turskaöljy + rosmariini ja E-vitamiini	1460 mg	1 min 40 s.	Tummankeltainen, haisee vahvasti kalalle. Juuri avattu.
2	kalaöljy + E-vitamiini	1600 mg	1 min 46 s.	Kirkkaan keltainen, sitruunan tuoksu, ei juuri kalan hajua. Juuri avattu.
3	kalaöljy + PUFANOX [®]	1750 mg	2 min 31 s.	Melko kirkas keltainen, sitruunan tuoksu, ei kalan hajua. Juuri avattu.
4	kalaöljy + ekstraneitsyt oliiviöljy	1032,5g	4 min 50 s.	Melko kirkas keltainen, sitruunan tuoksu, ei kalan hajua. Ollut avattuna 3 viikkoa. Päätepisteen määrittäminen haastavin.

VINKKEJÄ JA HUOMIOITA TYÖHÖN

- Koska seurataan eri omega-3 -valmisteiden hapettumista, näytteiden olisi hyvä olla suhteellisen tuoreita ja oikein säilytettyjä. Tuloksiin vaikuttaa se miten vanhaa öljy on ja koska pullo on avattu. Vanha kalaöljy voi olla jo valmiiksi hapettunutta.
- Voit halutessa testata myös eri öljyjen seoksia ja katsoa miten se vaikuttaa kalaöljyn hapettumisen nopeuteen.
- Jos jodi-liuos valmistetaan etukäteen, huolehdi, että se ei ehdi valmiiksi hapettua jolloin se ei toimi.

Vinkkejä kemiaan kohdassa ”Projektityön kemiaa: Kokeellisen työn kemiaa osa 2. ja tulosten analysointi.”

KOKEELLISEN TYÖN TULOSTEN ANALYSOINTI

Tulosten analysoinnissa opiskelijat pohtivat kokeesta saatuja tuloksia, havaintoja ja niiden merkitystä. Lisäksi he pohtivat, mitä hapettumisnopeus kertoo näytteestä, arvioivat työskentelynsä tarkkuutta ja luotettavuutta sekä sitä, mikä saattoi vaikuttaa lopputulokseen.

Suljetun ohjeen kysymykset:

- Mikä omega-3 näyte hävitti värin nopeimmin ja mikä hitaimmin?
- Mihin värinmuutos perustuu ja mitä siinä tapahtuu?
- Mitkä tekijät voivat vaikuttaa tuloksiin?
- Mitä kannattaa huomioida omega-3 rasvahappojen säilytyksessä kotona?
- Mihin seikkoihin kannattaa ravitsemuksessa kiinnittää huomiota omega-3 rasvahappojen saannin osalta?

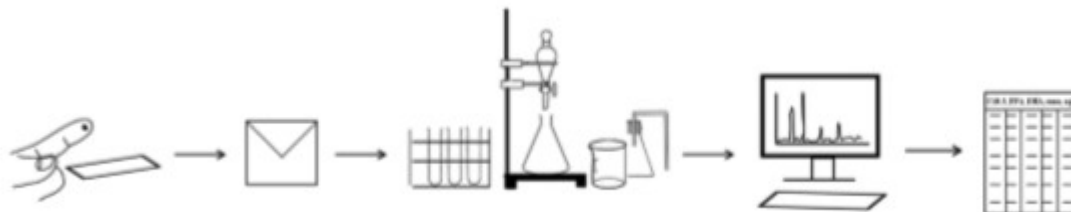
Vinkkejä kemiaan kohdassa ”Projektityön kemiaa: Kokeellisen työn kemiaa osa 2. ja tulosten analysointi.”

PROJEKTITYÖN KOONTI: SAANKO RIITTÄVÄSTI OMEGAA?

Projektityön koonnin tavoite on liittää opiskelijoiden oma tilanne nykytutkimukseen sekä saada heidät konkreettisesti ajattelemaan omaa ravitsemustaan erityisesti välttämättömien rasvahappojen saannin suhteen. Nykytutkimus on kehittänyt tapoja selvittää ruokavaliosta tulevien rasvahappojen saantia. Yksi näistä on sormenpäältä otettava kuivaverinäyte. Oppilaiden tehtävä on etsiä Google Scholar –hakupalvelun avulla (<https://scholar.google.fi/>) seuraava, avoimesti saatavilla oleva artikkeli:

Saga, L. C., Liland, K. H., Leistad, R. B., Reimers, A. ja Rukke, E-O. (2012). Relating fatty acid composition in human fingertip blood to age, gender, nationality and n-3 supplementation in the Scandinavian population. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(7), 790-795.

Artikkeliin avulla opiskelijat selittävät lyhyesti miten voisivat selvittää oman omega-3 tason. Apuna materiaalissa on oheinen kuvasarja. Lisäksi opiskelijat selvittävät millainen on tutkimuksen mukaan välttämättömien rasvahappojen saanti Skandinaviassa. Mitä veikkaat, saatko itse riittävästä välttämättömiä rasvahappoja? Tämän ennustamisessa opiskelijat voivat palata takaisin alun ruokapäiväkirjan pariin ja palauttaa mieleen paljonko omega-3 rasvahappoja opiskelija sai tämän hetken ruokavaliosta.



Vinkkejä kemiaan kohdassa ”Projektityön kemiaa: Projektityön koonti.”

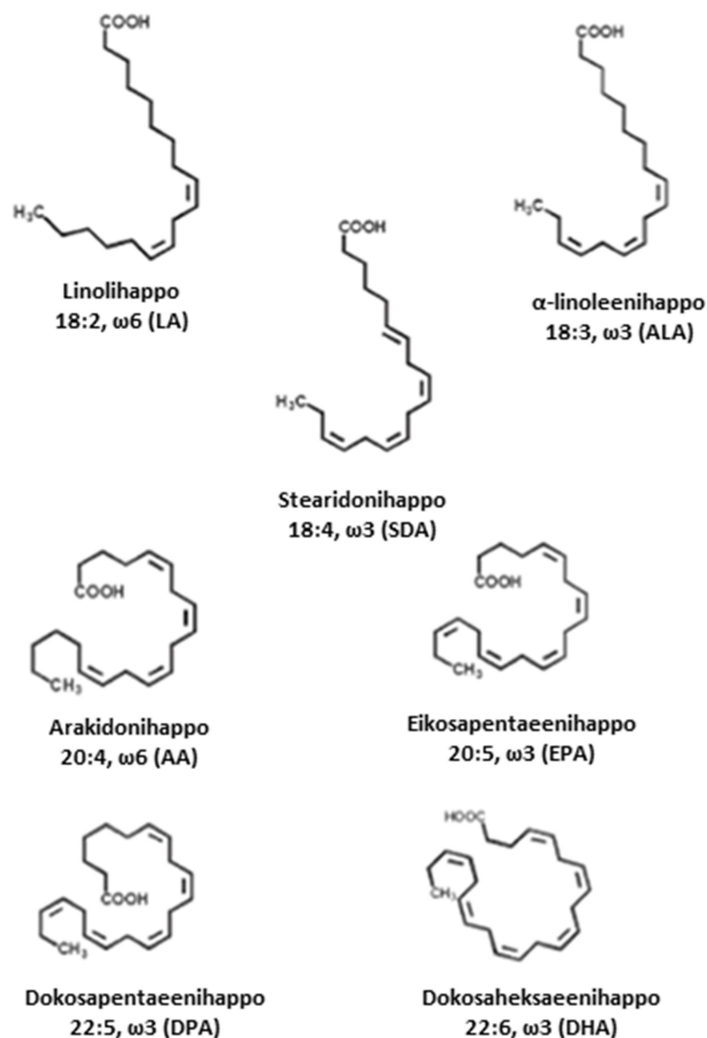
OMEGA-KAHOOT!

Lopuksi opiskelijat tekevät oman tutkimustuloksensa perusteella vähintään 5 monivalintakysymystä (jokaisessa neljä vastausvaihtoehtoa), mitkä liittyvät välttämättömiin rasvahappoihin, niiden terveellisyyteen ja ravitsemukselliseen arvoon. Kysymyksissä tulisi käsitellä erityisesti asioita, mitkä ovat heidän mielestään tärkeitä aiheen kannalta ja mitkä ovat tuoneet projektin aikana isoja ja tärkeitä oivalluksia tai vaikuttaneet heidän käsityksiin välttämättömistä rasvahapoista. Opiskelijat palauttavat kysymykset oikeine vastauksineen opettajalle, joka tekee niistä KAHOOT! -visan. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi kertaustunnilla hauskana työkaluna palauttamaan asiat mieleen. Opettaja saa siitä hyvän työkalun omille kemian tunneille, kun puhutaan välttämättömistä rasvahapoista.

PROJEKTITYÖN KEMIAA

VÄLTTÄMÄTTÖMÄT RASVAHAPOT – KEMIAA JA TERVEYSNÄKÖKULMIA

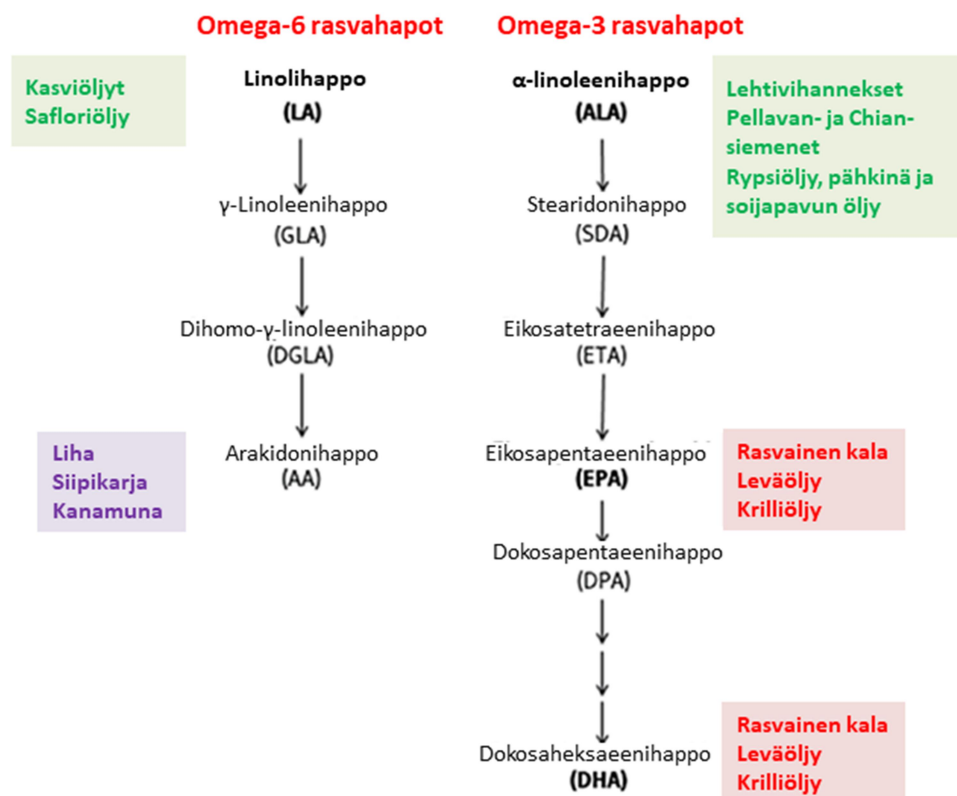
Välttämättömät rasvahapot, eng. *polyunsaturated fatty acid (PUFA)*, ovat nimensä mukaisesti elimistölle välttämättömiä, ravinnosta saatavia rasvahappoja, joita elimistö ei itse pysty muodostamaan. Rakenteeltaan ne ovat monityydyttymättömiä rasvahappoja mikä tarkoittaa, että niiden rakenteessa on enemmän kuin yksi cis-kaksoissidos. (ks. kuva 1.) Tämän kaksoissidoksen ansioista hiilivetyketju tekee mutkan, joka vaikuttaa rasvahapon fysikaalisiin ominaisuuksiin.



Kuva 1. Välttämättömien ω-3 ja ω-6 ryhmän rasvahappojen rakenteita. (Higdon, Drake, Angelo & Delage, 2019)

Rasvahapot voidaan nimetä määrittämällä kaksoissidoksen paikka aloittamalla numerointi metyyliiryhmän hiilestä. Silloin käytetään symbolia ω (omega). Esimerkiksi ω -3-ryhmän rasvahapoilla on ensimmäinen kaksoissidos kolmannessa hiilessä metyyliiryhmästä päin laskettuna. Omega-ryhmä voidaan merkitä myös 18:3n-3. Sama logiikka pätee myös muissa tietyn rakenteen omaavissa ω -6, ω -7, ω -9 ja ω -12 rasvahappojen ryhmissä. Vain kaksi omega-ryhmän rasvahappoa on saatava ravinnosta. Näitä ovat kasvien muodostamat omega-3-ryhmän alfa-linoleenihappo (ALA) ja omega-6-ryhmän linolihappo (LA). Näistä kahdesta elimistö pystyy muodostamaan pidemmän ketjun omega-3- ja omega-6-ryhmän rasvahapot. (ks. kuva 2.) Koska ALAn muuttumistehokkuus on elimistössä huono, suositellaan eikosapentaeenihapon (EPA) ja dokosaheksaeenihapon (DHA) saantia muista lähteistä. Parhaita lähteitä ravinnossa näille rasvahapoille ovat rasvainen kala, merenelävät ja levä.

Välttämättömien rasvahappojen sarjat



Kuva 2. Välttämättömien rasvahappojen metaboloituminen elimistössä ja lähteet ravinnossa tärkeimmille välttämättömille rasvahapoille. (Higdon et al., 2019)

Ravinnon rasvojen yhteyttä terveyteen on tutkittu paljon jo vuosikymmenten ajan. Rasvat toimivat osana monia eri elimistön prosesseja ja kudoksia, joten niillä on paljon vaikutuksia koko elimistön toimintaan. Niitä tarvitaan solukalvojen rakenteissa ja ne toimivat esiasteena monille erilaisille hormonien tapaisille välittäjäaineille. Näitä ovat esimerkiksi tulehdusvälittäjäaineet, jotka osallistuvat muun muassa sileän lihaksiston toimintaan, verisolujen yhteenliittymiseen, tulehdusreaktioon, allergioihin sekä kuumeen ja kivun syntyyn. European Food Safety Authorityn (EFSA) mukaan EPA ja DHA edistävät sydämen normaalia toimintaa sekä verenpaineen pysymistä normaalina. DHA edistää aivotoiminnan pysymistä normaalina ja on erittäin tärkeä esimerkiksi sikiön ja lapsen aivojen kehityksen kannalta.

EFSA:n mukaan aikuisten ja yli 2-vuotiaiden päivittäisestä kokonaisenergian saannista 20-35 % saisi tulla rasvoista, kun taas Pohjoismaisen ministerineuvoston ravitsemussuositukset suosittavat 25-40%:a. Näiden kaikkien mukaisesti ravinnossa tulisi suosia tyydyttymättömiä rasvoja sekä rajoittaa tyydyttyneiden rasvojen saantia. Pohjoismaisten ravitsemussuositusten 2012 (2014) mukaan jopa 2/3 päivittäisestä rasvojen saannista tulisi olla cis-kertatyydyttymätöntä ja cis-monitydyttymätöntä rasvaa. (ks. taulukko 1.) Omega-6:omega-3 saantisuhde, rasvahappotasapaino, vaikuttaa elimistömme tulehdustilaan. Maailman terveysjärjestö (WHO) suosittaa rasvahappotasapainoksi 4-5:1 ehkäisemään ruokavalioon liittyvien tulehduksellisia sairauksien syntyä.

Taulukko 1. Pohjoismaisen ministerineuvoston suositus 2012 rasvojen saannin laadusta ja määrästä eri ikäryhmillä. (Nordic Council of Minister, 2014)

Ikä	6-11 kk	12-23 kk	Aikuiset ja yli 2 vuotiaat lapset
Cis-kertatyydyttymättömät rasvat (Cis-MUFA)	10-25 E%	10-20 E%	10-20 E%
Cis-monitydyttymättömät rasvat (Cis-PUFA)	5-10 E%	5-10 E%	5-10 E%
n-3	≥1 E%	≥1 E%	≥1 E%
Tyydyttyneet rasvat (SFA)	<10 E%	<10 E%	<10 E%
Trans-rasvat (TFA)	Niin vähän kuin mahdollista	Niin vähän kuin mahdollista	Niin vähän kuin mahdollista
Rasvan saanti yhteensä	30-45 E%	30-40 E%	25-40 E%

*E% = rasvojen saannin osuus päivittäisestä kokonaisenergian määrästä.

KOKEELLISEN TYÖN KEMIAA OSA 1.

Jodi-liuoksen valmistamisessa pitää ensin laskea miten saadaan laimennettua 6%- liuos 2%:ksi.

Laskutoimitukset:

Suoritetaan laskut tilavuusprosenttien (t-%) avulla, joka ilmoittaa jodin tilavuuden V_1 prosentteina kokonaistilavuudesta V: $t\% = 100 \cdot V_1/V\%$.

Tämä tarkoittaa, että 100ml 6% jodiliuosta sisältää 6 ml jodia. Vastaavasti 100ml 2% jodiliuosta sisältää 2 ml jodia.

Tästä saadaan verranto:

$$6/100 \cdot V_1 = 2/100 \cdot V_2, \text{ missä } V_2 \text{ on valmistettavan liuoksen määrä (=20ml)}$$

$$6/100 \cdot V_1 = 2/100 \cdot 20 \text{ ml}$$

$$0,06 \cdot V_1 = 0,04$$

$$V_1 = 6,6666... \sim 6,67 \text{ ml}$$

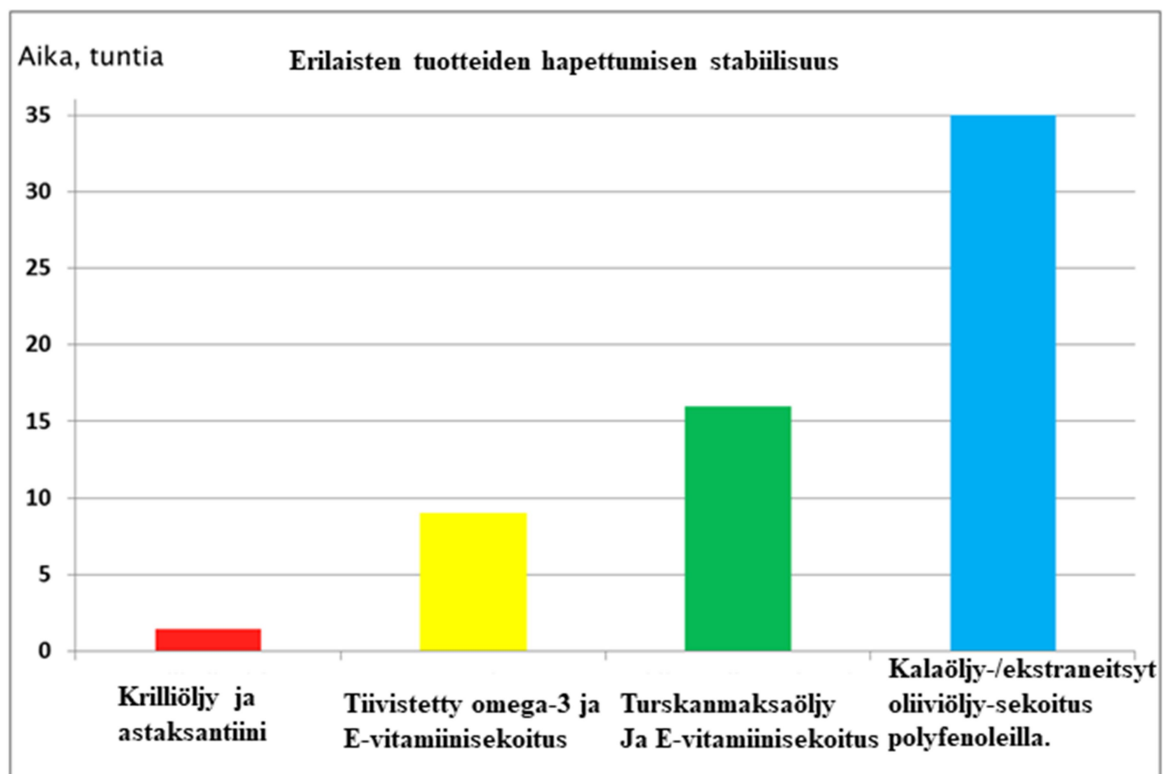
Jodiliuos valmistetaan siis mittaamalla 6% jodiliuosta noin 6,7 ml 20 ml mittapulloon ja lisätään tislattua vettä mittapullon merkkiviivaan asti.

Jodiliuosta tarvitaan rasvojen tutkimiseen sen hyvän hapetuskyvyn vuoksi.

KOKEELLISEN TYÖN KEMIAA OSA 2. JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Härskiintyminen on yleinen mittari ravinnon rasvojen pilaantumiselle. Rasvoja sisältävien ruokien ja öljyjen härskiintyminen on niissä olevien rasvahappojen hapettumisen seuraus ilman hapen vaikutuksesta. Työssä omega-3 rasvahappoja sisältävien öljyjen hapettumista nopeutetaan käyttämällä vahva hapetinta jodia. Tämän avulla määritetään missä näytteissä on paras suoja hapettumista vastaan. Kun jodi on reagoinut tyydyttymättömän rasvan kanssa ja hapettanut tämän, punainen väri koeputkessa häviää, koska jodi on reagoinut rasvahappojen kaksoissidoksien kanssa. Työssä parhaimman hapettumissuojan omaavaksi omega-3 + antioksidantti -yhdistelmäksi luokitellaan se joka reagoi hitaimmin jodin hapetukseen.

Koska öljyt, varsinkin monityydyttymättömät kalaöljyt, ovat helppoja hapettumaan voi tutkittavat näytteet olla jo valmiiksi hieman hapettuneita. Tästä kertoo mm. näytteen haju ennen jodin lisäämistä; tuore kalaöljy ei haise, härskiintynyt haisee. Hapettumisessa syntyy hydroperoksiedeja, jotka reagoivat edelleen, usein epämiellyttävän hajuisiksi tuotteiksi, kuten aldehydeiksi ja ketoneiksi. Tuloksiin vaikuttavat näytteen tuoreuden lisäksi työskentelytarkkuus eri työskentelyvaiheissa. Kotona tulisi kiinnittää huomiota omega-3 lähteiden tuoreuteen ja säilytykseen sekä niitä sisältävien ruokien käsittelyyn ja valmistukseen. Omega-3 lisäravinteissa tulisi aina olla tehokas hapettumisen estäjä antioksidantti mukana. Alla oleva, *American Oil Chemist Society* (AOCS) data öljy-yhdistelmien stabiilisuudesta on lisätty materiaaliin opettajaa varten. (ks. kuva 3) Siinä on vertailtu AOCS:n virallisella menetelmällä Cd12b-92 erilaisten omega-3-antioksidantti-yhdistelmien stabiilisuutta.



Kuva 3. Erilaisten öljy-antioksidanttiyhdistelmien hapettumisen stabiilisuus. (Kuva muokattu AOCS, 2010)

PROJEKTITYÖN KOONTI: SAANKO RIITTÄVÄSTI OMEGAA?

Veressämme olevat rasvahapot tulevat ruokavaliostamme. Oman elimistön ravitsemuksellisesti tärkeitä rasvahappoja voidaan tutkia sormenpäästä otettavalla kuivaverinäytteellä. Alla olevaan kuvaan on laadittu lyhyesti analyysin vaiheet. (ks. kuva 5) Mitatut rasvahapot olivat tyydyttyneet palmitiinihappo (C16:0) ja steariinihappo (C18:0), omega-9 ryhmän oleiinihappo (C18:1), omega-6 ryhmän linoleenihappo (LA) (C18:2), gammalinoleenihappo (C18:3), dihomogammalinoleenihappo (20:3) ja arakidonihappo (AA) (C20:4) sekä omega-3 ryhmän alfa-linoleenihappo (ALA) (C18:3), eikosapentaeenihappo (EPA) (C20:5), dokosapentaeenihappo (DPA) (C22:5) ja dokosaheksaeenihappo (DHA) (C22:6).



Kuva 5. Prosessin kulku verinäytteiden keräämisestä rasvahappoanalyysin tuloksiin. (Kuva muokattu Saga et al., 2012)

Tutkimuksen tuloksista nähdään, että EPA+DHA prosentuaalinen osuus veressä on pienempi mitä nuorempia testatut henkilöt ovat olleet. Tätä lukuarvoa kutsutaan omega-3 indeksiksi. Esimerkiksi sydän- ja verisuonisairauksissa alle 4%:n määrä kertoo korkeasta sairastumisriskistä, yli 8% matalasta riskistä. Myös omega-3 lisäravinteiden käyttö näkyy tuloksissa. Ryhmän jäsenet voivat arvioida mihin kohtaa käyrää he itse asettuvat ja vetää johtopäätöksensä siitä.

Työ laadittu seuraavista lähteistä:

AOCS Official Method Cd12b-92. Data on antioxidants (astaxanthin, E, olive polyphenols) in fish oil. Average of 3 analysis at 70 C SINTEF – Fisheries and Aquaculture. August 2010.

Clayton, P. (2013). *Out of fire: Why chronic Inflammation is the root of all disease and how to put out the flames*. (New edition) Hong Kong: PharmacoNutrition Press.

European Food Safety Authority, EFSA. (2017). Dietary reference values for nutrients: Summary report. *EFSA supporting publication*, 14(12), 11-24.

Higdon, J., Drake, V., Angelo, G., & Delage, B. (2019). Essential Fatty Acids. Noudettu 28. helmikuuta 2020, osoitteesta Linus Pauling Institute. Noudettu 3. tammikuuta 2020 osoitteesta: <https://lpi.oregonstate.edu/mic/other-nutrients/essential-fatty-acids>

Nordic Council of Minister (2014). Nordic Nutrition Recommendation 2012, Integrating nutrition and physical activity, 5th Edition. Kööpenhamina: Nord, 217-247. Noudettu 3. tammikuuta 2020, osoitteesta Ruokavirasto – Finnish Food Authority, <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset/nordic-nutrition-recommendations-2012.pdf>

Royal Society of Chemistry. What is a healthy fat. Noudettu 28. helmikuuta 2020 osoitteesta: <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000122/afl-what-is-a-healthy-fat>

Saga, L. C., Liland, K. H., Leistad, R. B., Reimers, A. ja Rukke, E-O. (2012). Relating fatty acid composition in human fingertip blood to age, gender, nationality and n-3 supplementation in the Scandinavian population. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(7), 790-795.

World Health Organization. *WHO | 5. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases*. WHO. Noudettu 28. helmikuuta 2020, osoitteesta https://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrient/en/index12.html